

رئيس مجلس الإدارة:

الكتور سمير سرهان

رئيس التحرير:

المرشدة سعد شعبان

مدير التحرير:

محمود البزار

مستشار التحرير:

د. د. محمد جمال الدين القندي

د. د. محمد مختار الحلوي

د. أميمة كامل



العلم والحياة ( ٩٧ )

١ موسوعة أسئلة وأجوبة من كنوز المعرفة

الجزء الأول

# أسرار الأرض

ترجمه

هاشم أحمد محمد



الهيئة المصرية العامة للكتاب

فرع الصحافة

١٩٩٧

**الاخراج الفنى والفلاف**

---

**محمود الجزار**

**هذه هي الترجمة الكاملة لكتاب**

**The Monster Book of**

**QUESTIONS**

**&**

**ANSWERS**

**١٩٧٢**



نحن نعيش في زمن ، تسليح فيه الانسان بقدر وافر من العلم . واستطاع الانسان بواسطته أن يبتكر وسائل تقنية جديدة ساعدته على تطوير أسلوب حياته ومعيشتة ، واستطاع أن يقهر الأمراض التي كانت تقتك به وبمصادر غذائه في الماضي . وكان للعلم دور كبير في ابتكار وسائل حديثة لزراعة المحاصيل الغذائية ، من خلال تهجين سلالات ذات مقاومة عالية للظروف المحيطة به وتعطي إنتاجية عالية .

كما تمكن الانسان بواسطة العلم من غزو الفضاء ، للتعرف على الكواكب الأخرى ، ومدى امكانية ملائمتها لحياة الانسان ، وسير الانسان بالعلم أغوار المحيطات ، وتعرف على الكائنات الحية التي تعيش في البحار .

وقد حث القرآن الكريم والسنة النبوية على تعلم العلم ، لكي يعمر الانسان الأرض ، التي استخلفه الله عليها . ولست في حاجة الى أن أقول أن العلم هو مقياس تحضر الأمم وقوتها . فعندما تسليح المسلمون بالعلم ثمروا الحضارة في كافة ارجاء

المعمورة ، وعندما ابتعدوا عن العلم والعلماء تخلفوا وأصبحوا  
من دول العالم الثالث أو دول العالم المتخلف •

ومن هنا أدعوك يا عزيزي القارئ أن تتخذ العلم سلاحك  
لكي تفيد به نفسك ووطنك الذي يحتاج الى عقول الشباب  
المفكر الواعي •

وهذا الكتاب « أسرار الأرض » ، هو الجزء الأول  
لموسوعة وأجوبة من كنوز المعرفة ، التي أتشرف بتقديمها تباعا ،  
ويتضمن هذا الكتاب التعرف على البراكين والزلازل وأسباب  
حدوثها ، والأنهار من أين تبدأ وإلى أين تصب مياهها ، كما  
ستتعرف على أعلى درجات الحرارة في العالم ، الى الرياح  
التجارية والطقس والمناخ ، وعمر الأرض ونشوء القارات ،  
الى غيرها من الموضوعات الشيقة •

وسوف تشمل الأجزاء التالية من هذه السلسلة على  
الآتى :

- الجزء الثانى : أسرار الجسم •
  - الجزء الثالث : أسرار الحيوان •
  - الجزء الرابع : عالم الفنون •
  - الجزء الخامس : مغامرات مدهشة •
  - الجزء السادس : أسرار التاريخ •
- والله ولى التوقيق



## ما هو البركان ؟

في السابع والعشرين من اغسطس سنة ١٨٨٣ ، انفجر جبل كراكاتوا (Krakatoa) بمضيق ساندرا الذى يقح بين جزر سومطرة وجاوة ، وقلق بنحو عشرون كيلو مترا مكعبا من الصخور والغبار ، لارتفاع بلغ ثلاثين كيلو مترا •

واضطربت صفحة السماء فوق الجبل باللون الأسود ، عندما تساقطت الأمطار الغزيرة المحملة بالرماد فوق مساحات شاسعة ، وكانت تكتسح الأرض بسرعة مترا واحدا في الساعة . وخلق الانفجار موجة مدية ، قتلت ما يربو على ٣٦٠٠٠ شخص ، وكان دويها يسمع على بعد خمسة آلاف كيلو مترا تقريبا في استراليا •

كانت قوة انفجار هذا البركان الرهيب تعادل عدة مرات ، الانفجار الذى أحدثته القنبلة الهيدروجينية التى صنعها البشر •

ولحسن الحظ ، فإن حدوث مثل هذه الانفجارات البركانية المدمرة ، تعتبر من الحوادث النادرة التي تتكرر على مدى الحياة . وبرغم ذلك ، تحدث الأنشطة البركانية بصورة دائمة في بعض المناطق فوق سطح الأرض .

ما هو البركان اذن ؟ البركان في أبسط صورته ، هو فتحة في قشرة الأرض تنفث أو تنفجر من خلالها الغازات الحارة والصخور المنصهرة . وتسمى الصخور المنصهرة بالحجم ( لافا ) ، وهي تأتي من أعماق تحت سطح الأرض ما بين ثلاثين الى ستين كيلو مترا .

وهناك مثال آخر شهير لبركان متفجر ، هو جبل بليي (Mount Pelee) في جزيرة مارتيك ، الواقعة بالبحر الكاريبي . ففي عام ١٩٠٢ ، كانت مدينة سانت بطرس تقع بالقرب من سفح الجبل . ثم حدث في صباح يوم الثامن من مايو من نفس العام ، أن افتتح شرخ كبير في أحد جوانب الجبل ، وعلى أثره حدث انفجار عنيف من البخار والرماد ، اندفع من فتحة الجبل وصحبه زمجرة مروعة ، وفي أقل من دقيقة ، أصبحت مدينة سانت بطرس كومة هائلة من دخان الحجارة المتكسرة . وذكرت التقارير أن الحادث لم ينجو منه سوى شخص واحد من بين ثلاثين ألفا من سكان المدينة ، الذين ماتوا

في الحادث . وقد أُنقذ هذا الشخص لأنه ظل حياً في قاع  
بئر .

وكانت هناك كارثة مشابهة لحادث مدينة بسات بطرس ،  
والتي أُنقذت المدينة الرومانية بومبي (Pompeii) ، عندما  
انفجر بركان فيزوف ، في الرابع والعشرين من أغسطس عام  
تسعة وسبعون ميلادية . فصرعان ما دُفنت مدينة بومبي وسكانها  
تحت طبقة كثيفة من الرماد البركاني والفبار ، وحفظت لعل  
الآثار القديمة ، هذه المدينة الرائجة المزدهرة ، التي كانت  
تعيش قمة رخائها الاقتصادي . وقد أُعيد اكتشافها في  
عام ١٧٤٨ ، وبذلك جهوداً منذ ذلك التاريخ ، في التنقيب عن  
آثارها .

ومثلما أخذ سكان مدينة بومبي بفتة في ذلك اليوم  
الرهيب ، فليس في استطاعة علماء العصر الحاضر ، التكهّن  
بموعد حدوث بركان في طريقه للانفجار ، ولا المدة التي يقضيها  
البركان حتى يتوقف نشاطه تماماً . فمنذ ذلك اليوم في  
عام ٧٩ ميلادية ، شهد بركان فيزوف العديد من الانفجارات  
الصغيرة ، بلغت أكثر من عشرة انفجارات نشطة ، كان آخرها  
في عام ١٩٤٤ . ولا يستطيع أحد التكهّن بالموعد الذي سينشط  
فيه البركان في المرة القادمة .

ومع ذلك ، يعرف العلماء الكثير عن أنواع البراكين الهائلة ، وتلك التي تقذف بكميات هائلة من الحمم البازلتية السائلة ، وتكون جبالا ذات انحدارات خفيفة . مثل جبل موانا لوا (Mauna Loa) في جزر هاواي ، والذي يصل ارتفاعه الى تسعة آلاف مترا ، ويعتبر أعلى جبل فوق الأرض ، لكنه يقع أسفل المحيط بحوالى خمسة آلاف مترا .

ومن أحد التكوينات النادرة والرائعة المنظر للبراكين ، والتي وقعت تحت الملاحظة العلمية لأول مرة في التاريخ ، ذلك البركان الذي انفجر في جبل باريكوتين (Paricutin) ، والذي يبعد ٣٢٠ كم غربى مدينة مكسيكوسيتى في عام ١٩٤٣ .

ففى أحد الأيام بعد الظهر ، كان أحد المزارعين يحرق محصول من الأذرة ، عندما فوجئ برؤية تيار متصاعد من البخار ينبعث عن قل صغير . ومع حلول صباح اليوم التالى ، بعد ليلة من الانفجارات المدممة ، وقذف وابل من الصخور ، أصبح للبركان مخروطا ارتفاعه خمسة عشر مترا . وبعد أسبوعان ارتفعت فوهة البركان الى مائة وخمسة وثلاثين مترا ، وكان لا يزال يقذف بالكتل الحمراء الملتببة من الصخور الى ارتفاع مئات الأمتار في السماء . وتوقف بركان باريكوتين عن ثبسطه

في عام ١٩٥٢ ، وقد وصل ارتفاعه عند هذا التاريخ الى ٤٢٥ مترا ، وانتشرت الحمم الى مسافة عشرة كيلو مترات من مركز الجبل .

وتنفجر بعض البراكين ، مثل بركان سترومبولي (Lipari) في جزر ليباري ، الواقعة بالبحر المتوسط ، والتابعة لاييطاليا ، بمعدل منتظم . والبعض الآخر ينفجر على نحو متبدل ، وتأثر طول دورة انفجارها بالزمن الذي تستغرقه تكون الحرارة الكافية لتوليد المجما ( الصخور السائلة والغازات ) أسفل القشرة الأرضية . ويعتبر جبل اتنا (Mount Etna) من نوعية هذه البراكين . وتسمى البراكين التي لم تبد نشاطا لمدة سنوات بالبراكين الخاملة . وتلك البراكين التي يعتقد أنها ميتة ، تسمى بالبراكين المنقرضة .

#### انضم الى معلوماتك عن البراكين

✱ تتدفق الحمم عادة بسرعة ٨٠ كيلو مترا في الساعة ، بينما يمكن أن تصل السرعة لأقل من ١٦ كيلو مترا في الساعة .

✱ هناك حوالي ٥٠٠ بركانا نشطا على مستوى العالم اليوم .

✱ لا يوجد براكين نشطة في جبال الهمالايا أو الألب .

✻ يوجد ما يزيد على ثلاثة أرباع البراكين النشطة في  
« حلقة النار » بالمحيط الباسيفيكي .

✻ أعلى الجبال البركانية غير النشطة في القارة الأمريكية  
هو جبل آكونكاجوا في الأرجنتين - ٧٠٣٣ مترا .  
✻ تنسب كلمة بركان الى ( فلكان ) ، اله النار الرومان .  
وكان يعتقد ان الاله يعيش فوق جزيرة ، تسمى  
أيضا فلكان ، في مجموعة جزر ليارى في البحر  
المتوسط .

✻ وقد قدر أنه منذ ميلاد السيد المسيح ، قتل حوالي  
مليون شخص ، بسبب النشاط البركاني .

✻ في الرابع عشر من نوفمبر عام ١٩٦٣ ، عندما كان  
الصيادون الأيسلنديون يسحبون شباك الصيد على  
مقربة من شاطئ البحر ، بدأ البحر في الغليان .  
وهناك صعدت سحابة كبيرة من البخار ، ويطيء برز  
مخروط من جزيرة بركانية على السطح في غضون  
أسبوعان ، ومع استمرار الحمم في التدفق ، وصل  
ارتفاع الجزيرة الى مائة وخمسون مترا ، وبلغ طولها  
كيلو متران . وقد أطلق عليها شرتاسى (Surtsey)  
وتنمو فوق الجزيرة في الوقت الحالي الزهور  
الجميلة .

وتوجد معظم البراكين تقريبا ، بالقرب من سلاسل جبلية  
في مناطق بها ضعف أو كسور بالقشرة الأرضية . ويقع معظم  
النشاط البركاني في الأرض حول حدود المحيط الباسيفيكي ،  
بما يسمى بحلقة النار . وهناك حزام بركاني آخر يعبر  
البحر المتوسط متجها الى غرب آسيا . وهناك سلسلة بسيطة  
تجري في وسط المحيط الأطلنطي بدءا من آيسلندا في الشمال ،  
عبر الأزور ، والاسكشن وسات هيلانا الى جزيرة ترستان  
دوكنها الصغيرة في الجنوب .

ولايزال سبب حدوث البراكين ، أمرا غير معروفا ، لكنها  
بلاشك ، من أهم الظواهر الطبيعية الرائعة فوق سطح الأرض .  
ولدينا شاهد عيان حي ، يفسر انصهار بركان فيزوق الذي ابتلع  
بومبي والمدن المجاورة لها ، يعطينا بعض الأفكار عن القوى  
المتفجرة .

وفي خطاب بعث به بليزوس العالم الروماني الأصغر  
وصاحب موسوعة التاريخ الطبيعي ( ٦٢ - ١١٣ م ) الى المؤرخ  
والخطيب الروماني تاسيتوس ( ٥٦ - ١٢٠ م ) يقول فيه :  
« ... البعض رفع أيديهم للالهة ، والبعض الآخر لم يعتقد  
بوجود آلهة على الإطلاق - فهم يعتقدون بأن الليلة اللاهائية  
الأخيرة التي سمعنا عنها قد فاجأت العالم » .





## جبال الجليد تحت الماء

هل يمكنك تصور جبل من الثلج ؟ ان هذا ما يعنيه اسم  
الجبل الجليدى (Kebera) ، وبالرغم من هذه الكتلة من الثلج  
الطافية فوق سطح البحر ، تبدو في ضخامة الجبال احيانا ، الا ان  
لا يظهر منها سوى القدر القليل فوق سطح الماء .

وتكون الجبال الجليدية في المناطق القطبية في جرينلند  
وانتاركتيكا ، حيث تكون درجات الحرارة من البرودة ، بحيث  
لا تسمح للجليد بأن يذوب حتى في فصل الصيف . وعندما  
يزداد وزن الثلج ، يجد الهواء منفذا للخروج ، ينما يظل  
الجليد المتكتل . وبمضى آلاف السنين تتكون أنواع من الثلج  
وتنتشر لتغطي هذه المساحات الشاسعة . وتسمى هذه المناطق  
بالثلاجات القارية أو بالغطاءات الجليدية ، وتنفصل من حواف  
هذه الثلاجات ، الجبال الجليدية التي تنجرف نحو البحر مع  
تيارات المحيط .

ان أربعة أخماس جرينلاند مغطاة بثلجة قارية . وتحرك  
هذه الثلجة عبر الجبال ، وتكسر الى قطع صغيرة من الثلاجات

التي تصل في النهاية الى البحر . لكن الثلجات لا تتوقف هناك ، بل تستمر في الاندفاع داخل البحر بواسطة الحركة المستمرة من الثلج القادم من ورائها . وفي النهاية ، لا توجد أرض تثبت عليها الحافة الأمامية فتبدأ في الطفو . وعندما تصبح ثقيلة جدا ، يفصل الثلج على هيئة جبال جليدية طويلة غير منتظمة ، أو فلاجات جليدية جديدة .

يقع حوالي تسعون بالمائة من ثلج وجليد العالم في الأتاركتيكا . فهي القارة التي تعتبر أكبر من قارة أوروبا أو استراليا ، وهي من القارات غير المأهولة بالسكان ، وتتميز بالبرودة القارصة ، حيث تصل متوسط درجة الحرارة هناك الى ٥٠ درجة تحت الصفر . والأتاركتيكا مغطاة بغطاء جليدي ، يصل سمكه في المتوسط الى كيلو متران ، وقد تكون هذا الغطاء من تراكم الجليد على مدى آلاف السنين . ويجعل الوزن الهائل لهذا الثلج ، أن تتغير شكل الطبقات السفلى ، بحيث تنساب كالشراب .

في المناطق التي يمتد الغطاء الجليدي نحو الساحل ، على هيئة رف جليدي عائم في الداخل ، وفي داخل القارة الجليدية ، يشكل تحرك الثلج في اتجاهات مختلفة ، قبابا ضخمة ، ومصابغا مدرجة وصدوعا وكسورا عميقة . وتندفع تلال الجبال

أو سلاسل الجبال للأمام عندما تتحرك الجبال الجديدة ضد كتلة الغطاء الجليدى ، مسببة اجهادات عظيمة وارتفاعات مفاجئة . وتبرز قمم الثلج الحرة في المناطق المعزولة ، من خلال الجليد .

والغطاء الجليدى الموجود في الأنتاركتيكا يعتبر ضخما أيضا ، وبسبب هذا الحجم الضخم ، يتمدد الغطاء الجليدى من اليابسة في بعض الأماكن ويغطى البحر على هيئة رف جليدى سميك . وتسبب الاجهادات على حافة الرف ، قطعاً غليظة قصيرة ذات قمم مستوية وسرعان ما تتفصل . وتعتبر هذه الجبال الجليدية التى تسمى بالثلاجات المسطحة ، كبيرة وأكثر انتظاما في الشكل من الجبال الجليدية ، لكنها ليست مرتفعة مثلها .

ويمكن أن تظل الثلجات منجرفة لمدة سنتين مع تيارات المحيط الباردة ، لكنها تذوب بسرعة عند مرورها بالمياه الدافئة، على الرغم من أنه شوهد بعضها على بعد ٣٠٠٠ كيلو مترا من خط الاستواء . ولما كان الجزء الأكبر من الجبل الجليدى يظل مختفيا الى حد بعيد تحت سطح الماء ، فقد يسبب هذا الجبل أخطارا بالغة للسفن . ففي شمال المحيط الأطلنطى على وجه الخصوص ، تتجرف تلك الثلجات أسفل الممرات البحرية المهمة بين أوروبا وشمال أمريكا .

وفي عام ١٩١٢ حدث الاصطدام الشهير ، عندما ارتطمت سفينة بخارية كبيرة بجبل جليدي ضخم في وسط شمال الأطلسنطى ، وسرعان ما غرقت السفينة ، ولقى جميع ركابها الذي بلغ عددهم ما يزيد على ١٥٠٠ مسافر بالاضافة الى طاقم بحارتها ، حتفهم جميعا . وبعد هذه الكارثة ، أنشئت دورة الجليد ، لتحديد مواقع هذه الجبال الجليدية وارسال تقرير عنها .

وبرغم مساوئ الجبال الجليدية ، الا أن لها بعض المميزات أيضا . فهي تعيد الماء الى المحيطات من المكان الذي جاء منه أول مرة ، وعند ذوبانها ، تعمل على تبريد مياه المحيط التي سخنتها أشعة الشمس . فاذا لم تبرد المحيطات ، فان كثير من مناطق العالم ، ستصبح شديدة الحرارة ، مما يستحيل الحياة فوقها .

يبحث العلماء في الآونة الأخيرة ، في إمكانية الاستفادة من الجبال الجليدية في زيادة موارد مياه الشرب ، خصوصا في المدن الساحلية . ولما كانت هذه الجبال الجليدية تتكون من مياه عذبة وليست مياه مالحة ، فاذا أمكن سحبها بالقرب من الشاطئ ، فانه يمكن احاطتها بخزانات طافية ، وتقوم أشعة الشمس بعد ذلك بإذابة الثلج . ولما كان الماء العذب أقل كثافة من الماء المالح فسوف يطفو فوقه . ويمكننا حينئذ أن نقض هذا الماء العذب الى المناطق المحرومة منه .

تعد الغطاءات الجليدية في القطب الجنوبي والشمالي ،  
من مناطق الجليد الدائم ، حيث تصل درجات الحرارة الى  
قيم منخفضة جدا ، لا يمكنها اذابة الثلج . في حين يوجد الجليد  
الدائم في المناطق المرتفعة من البلدان ذات المناخ الأكثر دفئا .  
ويشكل الثلجات الجبلية الموجودة ، في العديد من السلاسل  
الجبلية العظيمة في العالم . وتتكون الثلجات فوق خط الجليد ،  
حيث يكون مورد الجليد المتكون أكبر من معدل الجليد  
المنصهر .

تهبط الثلجة الجليدية تدريجيا ببطء الى أن تصل الى  
مستوى ، يستطيع قدر كاف من درجة الحرارة أن يذيبها . وقد  
اُختبرت سرعة تحرك الثلجات لأول مرة في القرن التاسع عشر  
ففي عام ١٨٢٠ ، فوق ثلجة دي بوسون بالجبل الأبيض بفرنسا ،  
سقط ثلاثة متسلقين للجبل في صدع عميق ، ودفنوا أسفل  
كتلة من الجليد . وكما توقع العلماء ، فقد ظهرت جثثهم في نهاية  
الثلجة ، على بعد ٣٢ كم في سفح الجبل ، بعد مرور أربعين  
عاما .

وقد تبين أيضا أن سرعة أي جبل جليدي تكون أسرع عند  
مركزه ، حيث يكون الجليد ، أسمك من الأطراف . وبسبب  
هذا الاختلاف في السرعة اجهاد داخل الثلجة ، التي تنكسر  
بدون انذار ، مكونة صدوع عميقة .



## اسباب حدوث الزلازل

سعيد ذلك الانسان الذى يقضى حياته دون ان يواجه في يوم عاصيب ، تجربة زلزال مدمر • وسوف لا يعرف ان الاهتزاز الرهيب للأرض الصلبة تحت قدميه ، هو حطام الأبنية المنهارة •

وعلى الرغم من ذلك ، فقد قدر أنه يقع حوالى مائتى وخمسين زلزالا في أنحاء متفرقة من العالم كل يوم • وتحدث معظم هذه الزلازل تحت سطح البحر ، وتعد الزلازل التى تقع على الأرض ، قليلة الحدوث نسبيا ، ولا تسبب أضرارا تذكر في معظم الأحوال •

على أن الزلازل الكبيرة ، تعد من أكثر الظواهر الطبيعية تدميرا وبالرغم من أنها نادرا ما تستمر لأكثر من ثوانى معدودة ، الا أن الطاقة الناجمة عنها يمكن أن تعادل ٢٠٠ مليون طن من مادة الـ كى • ان • تى ( التى تعتبر من المتفجرات القوية ) - وأكثر ١٠٠٠٠ مرة من طاقة أول قنبلة نووية • وتسبب الزلازل في اذهاق حياة ١٤٠٠٠ شخص كل عام •

ان الصخور اتى تتكون منها القشرة الأرضية ، على عمق كبير تحت أقدامنا ، دائمة الحركة ، لذا تأخذ الاجهادات والاتصالات في التعاطم ، الى أن تتمزق فجأة كتل الصخر العظيمة أو « الألواح » على طول خط الضعف ، الذى يعرف بالفالق . والكتل الصخرية المنزلة على طول خط الفالق ، تهز الأرض فوقها ، وغالبا ما تؤدي الى حدوث كسور عظيمة فوق سطح الأرض .

تقع معظم الفوالق على أعماق بعيدة تحت سطح الأرض ، فى حين أن البعض منها يمكن أن يظهر على السطح . أحد هذه الآثار السطحية الشهيرة ، هو فالق سان أندريز فى ولاية كاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية . فهو عبارة عن فالق بالعرض ، الذى يعتبر أحد الحركات الجانبية ، ويمكن أن يشاهد كالتواء واضح فى أدوية الأنهار ، وفى بعض الأماكن كالطرق .

ويمكن أن يلاحظ الفالق بشكل واضح من خلال الصور التى تبتع بها الأقمار الصناعية ، ولكنه يعتبر واضحا أيضا ، لأى شخص يسير بجواره لمسافة قليلة وهو شاخص بصره نحو الأرض . ويبلغ الطول الكلى للفالق حوالى ١٢٠٠ كيلو مترا ، بينما لا تتحرك منه سوى أجزاء قليلة فى نفس الوقت .

ويرجع التأثير المدمر لأى زلزال ، نتيجة الذبذبات ( الموجات السيزمية ) المنبعثة من الهزة ، واللحظة قصيرة ، تهز



الموجات الأرض القربة من الزلزال ، ويتبعها أحداث تأثيرات  
دائمة . والقليل من الناس الذى يقتل أو يجرح من هزة أرضية  
بشكل مباشر ، بينما يكون الأثر المدمر للهزات على المباني .

وسواء وجد ناس أو مباني أو لم يوجدوا ، فإن الهزات  
الأرضية قد تسبب كسور تظهر على سطح الأرض ، وتحدث  
تغيرات فى مستوى وميل سطح الأرض ، وتحول الأنهار  
والجداول ، وتسبب فى انهيار التربة والصخور والكتل  
الجليدية انضخمة . وقد تبعث الزلازل التى تحدث تحت البحار  
موجات بحرية ضخمة تسونامية ، يمكنها أن تعبر المحيط  
بمئات الكيلو مترات ، محدثة الدمار عندما تضرب الأرض .

لقد كان هو ذلك الفالق الذى أحدث الزلزال المدمر لمدينة  
سان فرانسيسكو فى عام ١٩٠٦ ، حيث اتسع جانبي الشرخ  
الهائل من جانبيه ، لمسافة تزيد على ستة أمتار . ولا يزال الفالق  
موجودا ، وليس هناك أدنى شك فى أن الاتصال سيتعاضد  
مرة أخرى ، وسيتعبر زلزال آخر فى غضون المائة سنة  
القادمة .

بالرغم من أن الزلازل يمكن أن تقع على أعماق كبيرة تحت  
سطح الأرض ، على عمق قد يصل الى ما يزيد على  
٦٠٠ كيلو مترا ، إلا أن معظمها يحدث عند عمق حوالى  
٦٥ كيلو مترا من سطح الأرض .

ولسوء الحظ : فإن معظم الأضرار التي تحدث للإنسان ،  
تتجم من الزلازل القريبة من سطح الأرض ، لأنها تعتبر من  
أكثر الزلازل تكرارا . أما الزلازل التي تحدث بين هذين  
العمقين ( ٦٠٠ كم و ٦٠ كم ) تعتبر زلازل متوسطة ، من حيث  
تكرارها وعمقها والضرر الناجم عنها .

وتسمى النقطة التي يبدأ من عندها الزلزال ، بعين  
أو بؤرة الزلزال ، أما النقطة الموجودة فوقها تماما فوق سطح  
الأرض تسمى بالمركز السطحي للزلزال .

وتنتقل الطاقة المنبعثة من زلزال ، من البؤرة الى جميع  
الاتجاهات على هيئة موجات سيزمية ( زلزالية ) . وتنتقل بعض  
الموجات أسفل الأرض ، وينتقل البعض الآخر فوق سطح الأرض  
وتنتقل الموجات السطحية ، بصورة أسرع من الموجات  
الداخلية . ويمكن تسجيل الموجات الصادرة عن زلزال كبير  
على أجهزة رصد الزلازل ، في المنطقة المقابلة للزلزال من العالم ،  
وتصل تلك الموجات الى سطح الأرض في غضون احدى وعشرين  
دقيقة .

تحدث معظم الزلازل في حزامين كبيرين ، بينما لا تزال  
البراكين والجبال الجديدة في مرحلة تكوينها . ويطلق أحد  
الأحزمة الضيقة ، المحيط بالباسيفيكي على طول شواطئ

أمريكا الشمالية والجنوبية ، ويمر بجزر آسيا حتى نيوزلندا .  
ويطوق الحزام الثاني بدءا من بورما الى جنوب أوروبا ، مارا  
بجبال الهيمالايا ، وجبال القوقاز والألب . وتعد الهزات التي  
تحدث في المحيط الباسيفيكي أكثر من الهزات التي تحدث في  
الحزام الآخر - فحوالي ٨٠٪ من كل الهزات الأرضية المدمرة  
تحدث هناك .

تقع اليابان مباشرة في نطاق النشاط الزلزالي العظيم ،  
وتحدث هناك ست هزات في المتوسط كل عام . مع هزتين  
أو ثلاث هزات صغيرة كل يوم . وحدثت أحد أعظم الهزات  
الأرضية المدمرة على مدى التاريخ البشرى ، في طوكيو  
عام ١٩٢٣ ، عندما لقي ما يزيد عن ١٠٠٠٠٠ شخص حتفهم في  
الهزة نفسها ، وتهدم ٧٠٠٠٠٠ منزل من جراء الحرائق التي  
نجمت من الهزة .

ان المعلومات المتوفرة لدينا عن معظم الزلازل المدمرة طوال  
التاريخ ، معلومات ضئيلة . فيقال أن اقليم سينى بالصين  
قد ضربه زلزالا عام ١٥٥٦ ، وقتل ما يربو على ٨٣٠٠٠٠ شخص .

تشق الأرض أحيانا عند حدوث زلزال عنيف . ففي هزة  
كواتا (Quetta) في عام ١٩٣٥ بالباكستان ، دمرت المدينة  
بأكملها ، وظهرت شروخ غائرة في الشوارع ، ابتلعت الناس  
والحيوانات .

من النادر أن تحدث القوة الحقيقية لهزة أرضية ، التي تعتبر الخطر المدمر للحياة • فالزلازل التي تضرب المدن تؤدي الى تدمير خطوط المياه والكهرباء والغاز ، محدثة أخطار حريق مروعة ، بالإضافة الى الأخطار المميتة الناجمة عن الأمراض التي تحدث نتيجة تلوث مصادر المياه •

تقاوم المنشآت المعدنية والخرسانية ذات الأساسات العميقة الهزات الأرضية ، وفي بلاد مثل اليابان ، يجري العمل على إنشاء مباني ومكاتب مقاومة للهزات •

الموجات البحرية الميزيمية ، التي تسمى باليابانية تسونامي ، غالبا ما يطلق عليها خطأ اسم « الموجات المديدة » ، تعتبر نوعا آخر من الأخطار التي تسببها الهزات الأرضية • وهناك هزة أرضية ساحلية أو تحت الماء ، تحدث موجات ، قد يصل ارتفاعها الى مترا واحدا فقط في المحيط المفتوح ، بالرغم من أن المسافة من قمة الموجة الى قمة الموجة التالية قد تصل الى ١٥٠ كيلو مترا • وعندما تقترب هذه الموجات من الشاطئ ، يزداد ارتفاعها حتى يصل الى ٣٠ مترا ، وتسبب تدميرا هائلا ، وفقد في الأرواح ، حينما تضرب مناطق مأهولة بالسكان •

وتنتقل الموجات التسونمية عبر مسافات شاسعة ، وبسرعات عالية جدا • حيث وصل ارتفاع الموجات التي أحدثتها هزة

أرضية في أرخبيل ألكسندر في جنوب غرب شبه جزيرة الاسكا  
عام ١٩٤٦ ، الى ١٦ متراً في جزر هاواي ، وانخفضت الى  
٤ أمتار بالقرب من ساحل كاليفورنيا البعيد . وبلغت سرعة  
الموجات ٧٢٠ كم في الساعة .

يجرى تسجيل وقياس الهزات الأرضية بواسطة جهاز  
يسمى السيزموجراف . وكانت تكون السيزموجرافات  
القديمة ، من بندول ثقيل معلق بواسطة سلك طويل ، وكان  
يوجد في الأرض خلف البندول طبق يحتوي على طبقة من الرمل .  
ف عندما تضرب الهزة الأرض ، يميل البندول الثقيل الى الثبات ،  
بسبب قصوره الذاتي ، وتسجل ابرة التسجيل المتصلة بطرف  
البندول ، ربما للهزة الأرضية في الرمل المتحرك . وأخيراً في  
السيزموجرافات الحديثة ، ترسم ابرة التسجيل الدقيقة رسماً  
يسجل على لفافة من الورق المدخن ، الملفوف على اسطوانة ،  
تعمل من خلال آلية مشتملة على مجموعة دواليب صغيرة .  
تستخدم السيزموجرافات الحالية الحزم الضوئية ، وتسجل  
بياناتها على ورق التصوير .

وبالرغم من حدوث معظم الهزات في نطاق الحزامين  
الكبيرين الا أنه لا يوجد جزء من العالم آمناً تماماً من أخطارها .  
حتى بريطانيا ، عانت الكثير من آلاف الهزات ، منذ الغزو

النورماندى ، وكانت أسوأ تلك الهزات التى وقعت فى كولكوسثر  
فى عام ١٨٨٤ ، عندما دمرت ما يزيد على ١٠٠٠ منزل ، وقتلت  
عدد من الأشخاص •

جون ويسلى ، الواعظ الشهير ومؤسس الميثودية ( كنيسة  
الميثوديين أو تعاليمها ) ، وصف هزة أرضية عانى من تجربتها  
فى عام ١٧٥٠ ، فقال : « هناك ثلاث هزات متميزة ، أو موجات  
غادية رائحة ، يصاحبها دمدمة جثة الصوت كالرعد » •  
ويقال أن هذه الهزة قد دمرت العديد من المنازل فى مدينة لندن  
واهتزت أحجار دير ويستمنستر •

ووقعت أسوأ كارثة سجلت فى بريطانيا خلال هذا  
القرن ، فى أواسط البلاد فى فبراير عام ١٩٥٧ •

### شدة الهزة الأرضية

تقدر شدة الهزة بما يشعر به الانسان عند حدوث الهزة  
الأرضية ، ومقدار الأضرار التى أحدثتها فى ذلك الوقت :

١ — عادة لا يشعر بها أحد على الإطلاق •

٢ — قد يتأرجح البندول الثابت •

- ٣ - يشعر بها معظم الناس داخل المنازل ، وقد تتأرجح السيارات قليلا .
- ٤ - يشعر بها كل الناس داخل المنازل ، فيستيقظ الناس وتجلجل الأشياء .
- ٥ - يشعر بها كل الناس تقريبا ، خارج وداخل المنازل . وقد تنكسر الأشياء المصنوعة من الصيني أو الزجاج .
- ٦ - يشعر بها جميع الناس - وتحرك الأشياء من مكانها .
- ٧ - بعض الأضرار العامة . يشعر بها الناس المسافرين بالسيارات .
- ٨ - تسقط التماثيل . إنذار عام بالخطر .
- ٩ - يتساقط الناس الذعر ، وتظهر الحفر بالأرض ، وتنداعى بعض المنازل .
- ١٠ - حدوث زعر ، فلا تثبت إلا المباني القوية جدا .
- ١١ - حدوث زعر ، حيث تدمر معظم المباني ، ويلحق الدمار بالمواشير المدفونة تحت الأرض .
- ١٢ - الجحيم الكامل ، ولا يبقى شيئا على وجه الأرض .

## قياس الزلازل ؛

يحدد حجم الزلزال بقيمته ، التى تسمى أحيانا بمقياس ريختر ( نسبة للعالم السيزمى الأمريكى تشارلس ريختر ، الذى صمم المقياس فى فترة الثلاثينات ) • والقيمة ، هى بالفعل قياس للحجم ( السعة ) للموجات المنبعثة من الزلزال • ومع ذلك ، فإن مقياس القيمة هو مقياس لوغارىتمى • وهذا يعنى أن كل درجة من المقياس تمثل زيادة عشرة أجزاء فى سعة الموجات المنبعثة • وعلى ذلك فالموجات الصادرة من زلزال قيمته ٧ ، هى عشرة مرات أكبر من هزة قيمتها ٦ ، وأكبر مائة مرة من هزة قيمتها ٥ ، وهكذا •

ويمكن اعتبار القيمة أيضا مقياسا للطاقة المنبعثة من زلزال معين ، لأن الطاقة تنسب الى حجم الموجة • والعلاقة هى أن كل قسم على مقياس القيمة يمثل تقريبا فرقا مقداره ثلاثين جزء من الطاقة • وعلى ذلك فإن هزة قيمتها ٧ تصدر حوالى ٣٠ مرة طاقة أكثر عن هزة قيمتها ٦ وحوالى  $30 \times 30 = 900$  مرة طاقة أكثر من حدث قيمته ٥ • وهذا يوضح السبب فى أن معظم الطاقة الصادرة من الزلازل ، تنجم من هزات كبيرة ، وتحدث مرات قليلة جدا فى العام الواحد ، بالمقارنة بملايين الهزات الأرضية الصغيرة •



ومن حيث المبدأ ، فلا يوجد حد أعلى للقيمة الممكنة للزلازل . على الرغم من أنه في الواقع العملي ، لا توجد هزات قيمتها أعلى من ٩ درجات بمقياس ريختر . وتصنف الهزات على أساس القيمة ( القدر ) الى هزات شديدة ( أكبر من ٧.٥ ) ، رئيسية ( ٦.٥ - ٧ ) ، واسعة ( ٥.٥ - ٦.٥ ) ، معتدلة ( ٤.٥ - ٥.٥ ) ، وصغيرة ( أقل من ٤.٥ ) . ويمكن تخديد القيم من الساعات ، سواء من الموجات الداخلية أو من الموجات السطحية .



## من أين تبدأ رحلة الأنهار ؟

### تعريف النهر :

النهر مجرى مائي يحمل الماء العذب من منابعه حتى مصبه . وتنشأ منابع الأنهار عادة من جداول تتكون من ذوبان الثلوج في أعالي قمم الجبال ، أو عن طريق مياه الأمطار الغزيرة التي تساقط فوق التلال والهضاب ، ثم يتصل بعض هذه الجداول ببعضها فتكون النهرات التي يتجمع ماؤها ويزداد في مواسم الأمطار أو عندما تذوب الثلوج ، فتعق لها مجرى رئيسيا ألا وهو النهر .

وتغير الأنهار والجداول وجه الأرض . فيعمل جريان المياه على نحت وتشكيل سطح الأرض ، وشق الممرات الضيقة ، وتوسيع الوديان ، وتكوين الدلتات ، أو انحدار مئات الأمطار المكعبة من الصخور من قمم الجبال ، محدثة بثلالات رائعة . ويؤدي احتكاك المياه بقاع النهر وجوانبه الى نحت الطبقة

السطحية من الأرض ، وحملها الى المصب ، حيث تترسب في النهاية على هيئة طمي في المناطق المنخفضة من جدول النهر .

تبدأ الأنهار على هيئة جداول جبلية ، وتتخذ مصدرها من الينابيع الجوفية والمستقعات ، والثلاجات المنصهرة أو النهرات التي تنشأ نتيجة سقوط الأمطار . وعندما تنساب المياه من أعلى الجبال ، تصل بها الجداول والأنهار ، التي تعرف بالروافد ، والتي تضاف على النهر الرئيسي القوة والضخامة . ويشكل النهر الرئيسي مع روافده نظام النهر ، والأراضي التي يرويها النهر وروافده تسمى بحوض النهر .

يندفع النهر من مجراه الأعلى نحو جوانب الجبل شديدة الانحدار ، على هيئة سيل جارف ، ويشكل واديا على هيئة حرف (V) ، ويخلف وراءه الصخور والجلاليد التي لم يستطع حملها معه الى المصب . وتشكل المنحدرات والشلالات عندما يقابل جريان المياه حاجزا أو صخرا صلبا يقاوم النهر ، أو عندما يقابل مسار النهر منحدر شديدا مفاجئا .

### نهر الكونغو للتدفع :

تكونت شلالات نياجرا في أمريكا الشمالية ، التي يصل ارتفاعها خمسون مترا ، بسبب وجود طبقات صخرية رخوة . وفي أفريقيا ، يندفع نهر الكونغو من قمة هضبة عالية يصل

ارتفاعها مائتين وسبعين مترا على هيئة سلسلة من المنحدرات يصل عددها ٣٧ منحدرًا ، تشكل في مجموعها شلالات لفينجستون .

في المناطق التي كانت ذات يوم تلاجاة عظيمة ، أو ألواح جليدية ، مثل ويلز ، ومقاطعة لاك ( منطقة جبلية في شمال غرب إنجلترا تحتوي على العديد من البحيرات ) ، واسكتلندا ، يوجد العديد من الشلالات ، حيث يتقابل الوادي المعلق ( وادي جانبي ينحدر طرفه السفلي بشدة نحو الوادي الرئيسي ) مع الوادي الرئيسي . وقد أحدثت الحركات الجليدية شلالات يوزمايت المثيرة في كاليفورنيا ، التي تسقط من ارتفاع ٧٠٠ مترا ، في ثلاثة مساقط مائية صغيرة .

وتتكون الشلالات أيضا عندما يتدفق جدول مائي عبر جرف أو منحدر صخري نحو البحر ، كما هو الحال على ساحل ديفون أو جزيرة سكاي ( في بريطانيا ) .

ويؤدي نشاط الشلالات أحيانا الى تكوين أفاق ، نتيجة حركة المياه في الصخور الطرية . وتتكون في النهاية مغارات مستوفة ، مخلفة أنوار منحدره الجوانب . وعندما شق النهر طريقه خلال تلال التندب في سومرست ، تكوّن كهوف كبيرة مثل قب ووكي ، وعندما انفجرت الكهوف بجواره ، تكون مضيق فنيدير الشهير .

ويبلغ أطول وأعرق خائق في العالم ٤٨٠ كيلو مترا طولا ،  
ويصل عمقه ١٢٦ كيلو مترا وهو الأخدود العظيم لنهر كلورادو  
في الولايات المتحدة .

وعندما تكون الأرض بسيطة الانحدار ، يتسع عرض  
النهر ، ويصبح واديه أرحب ومياهه أكثر ضخامة . وينهر النهر  
انحناءاته وترسب المواد بداخله . وتزايد على مر الأيام ، هذه  
الانحناءات ، وتسمى حينئذ بالتعرجات . وفي نهاية مجرى النهر  
عند اتصاله بالمصب ، ينساب فوق وادى عريض مستو تقريبا ،  
ويخلو من التعرجات الجارفة ، وخلال عمليات النهر والترسيب ،  
تقطع بعض التعرجات من النهر الرئيسى وتخلف وراءها بحيرات  
على هيئة هلال ، تسمى بحيرات (ox-bow) .

#### الطمي الناعم :

يصبح النهر في مرحلته الأخيرة راكدا تماما ، لدرجة أنه  
قادرا ما ينحرف ، وبدلا من ذلك ، يخلف وراءه غرين قاعيم  
أو طمي ، الذي يترسب في فترة الفيضان على شاطئيه والسهل  
المجاور له .

وعلى مدى العديد من السنين ، تبنى بعض الأنهار جسورها  
أو سدودها ، مثل الميسيسيبي ، ويرتفع منسوب المياه فوق  
الأراضي المجاورة . وفي هولندا ، حيث تصل مياه الأنهار

الراين والميوز والسكلت الى البحر ، وتقع معظم الأراضي أسفل منسوب البحر ، فانها تتعرض لطمو النهر بشكل مستمر . لذا ، أنشأ الهولنديون القنوات وطواحين الرياح والسدود للسيطرة على الفيضان .

وتعتبر السهول الفيضية للأهوار ، ( وهي المناطق التي يغمرها النهر خلال فيضانه من حين لآخر ) مثل سهول أهوار النيل ودجلة والفرات ، من الأراضي الخصبة الغنية برواسبها الطميية ، وساعدت السكان على زراعة أراضيهم لآلاف السنين .

بالرغم من أن فيضانات الأهوار تزيد من خصوبة التربة ، فيمكن أن تسبب الفيضانات الجارفة الدمار والخسائر الفادحة ففي السنوات الأخيرة ، سببت فيضانات نهر بو في شمال إيطاليا ونهر الميسيسيبي ونهر هو انج هو الذي يعرف بـ (China's sorrow) ، خسائر فادحة في الأرواح ، وأضرار مادية جسيمة . وفي عام ١٩٥٢ ، دمرت فيضانات أهوار شرق وغرب لين (Lyn) متجمع لينموث القريب من البحر في دنغون بالجنجلترا .

تحدث الفيضانات عندما تصبح الأهوار مترعة بالمياه في أوقات معينة من السنة . ويعرف هذا التغير الموسمي في حجم المياه بنظام النهر ( نظام التقلبات الموسمية في حبيب النهر ) ،

وأصبح منها جدا لكلا من السيطرة على الفيضان واتساج  
الكهرباء المائية ، وتصل أنهار الألبان ، التي تتغذى من ذوبان  
الجليد والثلج ، الى أدنى مناسيبها في شهور الشتاء الباردة ،  
وتصل الى ذروة مناسيبها في أوائل الصيف عند ذوبان الثلوج .  
وفي حين تتغذى معظم الأنهار من الأمطار التي تسقط على  
الجبال ، مثل نهر السين ، فان مناسيب المياه تصل فيها الى  
أدنى منسوب في فصل الصيف ، عندما يقل سقوط الأمطار .  
وفي المناطق المدارية ، تفيض أنهار مثل ايراودي ويانجستي ،  
بعد الرياح الموسمية .

وقد لعبت الأنهار أدوارا مهمة في تاريخ البشر منذ  
الحضارات الأولى وحتى وقتنا الحالي . حيث نشأت في وجودها  
الزراعة ، ووفرت القوى اللازمة ، لمواجهة احتياجات الصناعة  
الحديثة . ويعتبر توليد القوى الكهربائية المائية في الوقت  
الحالي ، مصدرا مهما من مصادر الطاقة .

أطوال أنهار العالم هي ( ) :

٦٦٩٠ كيلو متر

النيل ، وطوله

٦٣٠٠ كيلو متر

الأمنازون .

(\*) المصدر :

Britannica Junior Encyclopedia, Vol. 14, p. 103 River.



المسيحي والميسوري وطولهما	٦٢١٢ كيلو متر
الكونغو وطوله	٤٣٧٠ كيلو متر
النيجر وطوله	٤١٨٤ كيلو متر
الغولجا وطوله	٣٦٩٠ كيلو متر
منت لورنس وطوله	٣٠٥٨ كيلو متر
السند وطوله	٢٨٩٧ كيلو متر
الدانوب وطوله	٢٨٦٠ كيلو متر
الفرات وطوله	٢٧٩٨ كيلو متر
الزميزي وطولة	٢٧٣٥ كيلو متر
دجلة وطولة	١٨٩٩ كيلو متر
الراين وطوله	١٣١٩ كيلو متر
الليوار وطوله	١٠١٩ كيلو متر
الرون وطوله	٨١٢٠ كيلو متر



## أعلى درجات حرارة . . في العالم !!

حوالى ثلث مساحة الكرة الأرضية ، أراض صحراوية أو شبه صحراوية . فالصحارى هى المناطق الجافة ، التى تعاني من ارتفاع شديد فى درجات الحرارة ، وندرة الأمطار أو انعدامها ، مع حياة نباتية متناثرة وقليلة .

تعد مناطق جنوب وشمال خط الاستواء ، من المناطق الحارة الجذبة ، حيث تنتشر فى غير انتظام فوق سطح الأرض . وتتلقى مناطق العالم للندارية أمطار غزيرة ، التى تحدث عندما يسخن الهواء الرطب بفعل اشعة الشمس ، ويفقد رطوبته . وينتقل الهواء الذى أصبح جافا من المناطق الاستوائية ، وعندما يقابل سطح الأرض يتسبب فى تكون الصحارى ، خصوصا فى المناطق القارية البعيدة عن البحر . وهناك مناطق أخرى تصبح صحراوات ، عندما تقع فى منطقة ظل المطر فى الجانب البعيد عن الرياح من سلسلة جبلية .

وتوجد الصحارى الكبرى فى العالم التى تضم الصحراء الكبرى وصحراء-كلهاري-فى أفريقيا ، وصحارى شبه الجزيرة

العريّة والهند ، في نطاق المناطق الاستوائية في داخل القارات  
أو الجانب الغربي منها • وتسمى أحيانا بصحارى « الرياح  
التجارية » ، لأن الرياح التجارية التى تهب أما من الشمال -  
الشرق أو الجنوب - الشرق ، تكون قد قطعت مسافات طويلة  
منذ أن قتلت رطوبتها خلال المدة التى وصلت فيها الى وسط  
وغرب كتلة الأراضى القارية •

وهناك مجموعة أخرى من الصحارى ، تشمل صحارى  
جوبى وتركستان في آسيا ، صحراء كلورادو في أمريكا الشمالية  
وصحراء أتاكاما في أمريكا الجنوبية ، تقع في ظلال أمطار سلاسل  
الجبال المحيطة بها • والرياح التى تهب من البحر حاملة معها  
أمطار شديدة الى قمم التلال المرتفعة ، التى تحجبها عن المناطق  
الواقعة خلفها مباشرة • وتوجد العديد من هذه الصحارى على  
ارتفاعات عالية وتعرف بأحواض الصحراء ، مثل حوض تاريم  
في غربى الصين والحوض العظيم لأمريكا الشمالية • أحواض  
الصحارى هذه ، لها مناخ بالغ التطرف ، ذو درجات حرارة عالية  
في الصيف ، ودرجات حرارة تحت الصفر في الشتاء •

وتوجد أعلى درجات الحرارة في العالم في الصحارى  
الواقعة داخل القارات • فالشمس تعمل على تسخين سطح التربة  
بسرعة كبيرة ، والتي بدورها تدفئ الهواء فوقها • وفي المساء ،

تفقد التربة حرارتها بسرعة كبيرة ، ويمكن أن تنخفض درجة الحرارة الى ١٧ درجة مئوية في غضون ساعتين بعد مغيب الشمس .

وقد سجلت درجة حرارة ٥٢ درجة مئوية أثناء النهار ، في منطقة العززية بطرابلس الغرب في ليبيا ، وبلغت درجات الحرارة أثناء الليل في نفس اليوم ٣ درجات مئوية تحت الصفر ، وتعد أكبر مدى سجل لدرجة حرارة في يوم واحد وفي نفس المكان . وهناك منطقة أخرى من المناطق الشديدة الحرارة ، وتقع في وادي الموت بصحراء مोजافي ، وآخر مكان في هذا الوادي هو البقعة المنخفضة عن سطح البحر بمقدار ٨٦ مترا .

يمكن أن تسبب الحرارة الشديدة في الصحراء ، تأثيرا ضوئيا يعرف ما يسمى بالسراب . فعندما تضرب أشعة الشمس طبقة الهواء الساخن المتمدد فوق سطح الصحراء ، تنحني وتعكس صفة السماء ، وتعطي للمسافر العطشان في الصحراء ، الاحساس بوجود بركة فضية متلألئة بالمياه .

ويقلل فعل الرياح على سطح الصحراء الجرداء ، من تكون تربة سطحية مفككة أو حصوات تتحول الى رمال . ففي بعض المناطق تكون الصحراء مغطاة بالصخور والجلاميد التي تبدو مصقولة لامعة وملساء ، بتأثير الرمال التي تنقلها الرياح . غالبا ما تنحت الرياح ، صخور الصحراء على هيئة أشكال

بذئمة ، تشبه غش الغراب ، عندما تعزى بقوتها الهائلة حوالى  
قدم أو اثنان فوق سطح الأرض .

عندما تقابل الرياح طبقات صخرية طرية ، متبادلة مع طبقات  
صخرية صلبة ، تقوم الرياح بالتوغل فى الطبقات الصخرية  
الطرية ، محدثة تأثيرا تمزيقيا ، مشابه تماما لما يحدث فى  
الوديان الضيقة والقصيحة فى أريزونا ويوتا بالولايات المتحدة  
الأمريكية .

ويأخذ سطح الرمال فى الصحارى الرملية ، شكل حواف  
مرتفعة وتموجات بتأثير الرياح . ويتحول سطح الرمال فى  
الصحراء الكبرى ، الى كثبان رملية على هيئة هلال ، ويصل  
ارتفاعها الى ثلاثين مترا ، وتسمى هناك بـ البرخان ( الكثبان  
الهلالى ) ، وتقع هذه الكثبان متعامدة على اتجاه الرياح ،  
ويكون جانبها المواجه للرياح منحدرًا بالتدرج ، أما الجانب  
البعيد عن الرياح ، فيكون انحداره شديدا . وتشير قرون  
الهلال الى الاتجاه الذى تهب نحوه الرياح .

تتحرك هذه الكثبان الرملية رويدا رويدا للأمام مثل  
أمواج البحر ، وتقوم الرياح بذر الرمال عاليا وعلى الجوانب  
على هيئة تعرجات منتظمة . وفى دول مثل ليبيا ومصر واسرائيل ،  
يجرى زراعة نطاقات من الأشجار ، لمنع الكثبان الرملية المتحركة  
من انتهاك الواحات والأراضى المزروعة .

إن الحرارة الشديدة ، وانعدام وجود علامات أرضية ثابتة ، بالإضافة الى عواصف الصحراء الرملية التي تثير سحبا غبارية ، تؤدي الى حجب الرؤية وتؤدي العيون ، وتجعل من السفر في الصحراء أثناء النهار ، عملا شاقا محضوفا بالأخطار . وكانت القوافل التجارية في الماضي - التي تتكون من البعير المحملة بالتوابل والأملاح والبضائع التجارية الأخرى - تعتمد السير في الصحراء أثناء الليل ، وتهدى في سيرها بالنجوم . وكان مسار القوافل يمر أحيانا بالوديان وقيعان الأنهار الجافة منحدره الجوانب ، والتي كانت توفر بعض الحماية من الرياح . وقد كانت الوديان أيضا ، في بعض الأحيان تغدر بالمسافرين ، حيث كان يؤدي سقوط المطر العجائى ، الى تكون سيل (flash flood) ، يملأ قاع النهر ويتلغ ما فيه من رجال القافلة دون أدنى تحذير .

وبالرغم من ندرة سقوط الأمطار في الصحراء ، وعدم التمكن بموعد سقوطها ، فإنها عادة تسقط في فترات قليلة ، وتأتى بسيول منهرة .

يعتمد مسافر الصحراء على المياه ومصادر الغذاء الأخرى من الواحات ، التي توجد غالبا في أماكن معروفة لا تبعد كثيرا عن سفوح الجبال ، كما هو الحال في الصحراء الكبرى وحوض

التاريم (tarim basin) ، وتعتبر الواحة من المناطق الخصبة ،  
التي تحصل على الماء أما من الينابيع أو الآبار . وهناك  
بعض الواحات كبيرة المساحة ( واحات الوادي الجديد في  
مصر ) ، تسمح بإقامة مجتمع زراعى ، اذ يزرع فيها أشجار  
النخيل ، والإذرة والدخن والمحاصيل الأخرى ، حيث تعد تربة  
الصحراء عالية الخصوبة عندما يتوفر الماء لزراعتها .

وبخلاف سكان الواحات ، فإن سكان الصحراء  
الوحيدون ، هم قبائل البدو ، مثل العرب البدو في صحراء  
الجزيرة العربية والطوارق في الصحراء الكبرى ، الذين يطوفون  
الصحارى بحثا عن المراعى من أجل ابلهم وأغنامهم .

وتعد النباتات ضئيلة جدا في الصحراء . فالنباتات التي  
تزرع هناك تتكيف مع نقص المياه والحرارة الشديدة ، حيث  
تكون أوراقها قليلة العدد ، وجذورها طويلة تمتد في أعماق  
التربة . وعلى سبيل المثال ، فلعائلة نبات الصبار ، سيقان  
سميكة ، مغطاة بالعروق ، وعمود فقرى كثير الأشواك  
ومنتفخ . وتظل بعض النباتات في حالة سكون لعام أو أكثر الى  
أن تصلها الرطوبة ، حيث تزهر مرة أخرى ولفترة وجيزة .

وتتكيف الحيوانات التي تقطن الصحراء على الظروف  
الجافة ، وتستطيع أن تقطع مسافات طويلة دون أن تشرب .



فالجمل الذى يعتبر من الحيوانات الملائمة لحياة الصحراء ،  
يخزن الماء فى معدته والغذاء فى منامه • وتساعد أقدامه  
المبططة على السير فوق الرمال ، ويساعده أذنه الذى يشبه الشق  
على حجب الرمال والغبار •

وتوجد ببعض الصحارى رواسب معدنية قيمة ، مثل الذهب  
فى الصحراء الاسترالية ، والبتروى فى شرق الجزيرة العربية  
والصحراء الكبرى والتترات فى صحراء شىلى •



## المناطق الصحراوية في العالم

### ١ - في إفريقيا :

في إفريقيا توجد صحراوان ، الأولى في الشمال وهي الصحراء الكبرى ، وتمتد من الشرق الى وادى النيل بمصر ، وتصل غربا الى المحيط الأطلسى . ويبلغ عدد سكانها حوالى المليون نسمة ، وأهم القبائل التى تسكنها قبائل البربر والطوارق ويدين معظمهم بالاسلام .

والصحراء الثانية تقع في الجنوب الغربى من أفريقيا ، وهي صحراء كلهارى ، ويسكنها حوالى ثلاثة ملايين نسمة ، ويسكن هذه الصحراء جماعات البوشمن ، الذين يعتبرون من الصيادين المهرة ، ويمشون معيشة بدائية .

### ٢ - الصحارى الآسيوية :

١ - صحراء غوبى : وهي تعتبر كبرى الصحراوات الآسيوية جميعا . وتمتد مسافة تقرب من الألفى

كيلو مترا ، من الشرق الى الغرب في قلب القارة ،  
ويعرف طرفها الغربي بصحراء تكلمنكن •

٢ - صحراء الجزيرة العربية : وتشمل معظم شبه  
الجزيرة العربية ، وتمتد الى الأردن والعراق  
وسوريا • وتبلغ المساحة الكلية للصحراء في شبه  
الجزيرة العربية حوالى نصف مليون ميل مربع ،  
مقسمة الى ثلاث صحراوات ، تقع معظمها في العربية  
السعودية ، وتقع اثنان من تلك الصحراوات ،  
وهما الصحراء السورية والنفود في الجزء الشمالى  
من البلاد • والصحراء الثالثة ، وهى الربع الخالى  
أو الصحراء الدهناء أو الصحراء الرملية العظيمة ،  
وتقع في الطرف الجنوبى من شبه الجزيرة •

### ٣ - صحارى استراليا :

معظم قلب استراليا صحراء جافة مستوية حارة • ففى  
الجنوب توجد الصحراء المكتورة العظيمة ، وفى الشمال الغربى  
توجد الصحراء الرملية الكبرى ، وبالتقرب من مركز الجزيرة  
الاسترالية ، توجد صحراوات جيسن وأرتا وسبسن ، وأهالى  
الصحراء على درجة من صحراء آتاكاما : صحراء آتاكاما هى  
الصحراء الوحيدة فى أمريكا الجنوبية ، وتقع على البدائية ،  
كذلك التى عليها سكان صحارى كلهارى بأفريقيا •

#### ٤ - صحراء أمريكا الجنوبية :

على طول الشاطئ الشمالى لجمهورية شيلي ويمتد بأن  
الصحراء من أكثر مناطق العالم جفافا • ويبلغ طول الأماكاما  
١١٢٠ كم وعرضها ١٦٠ كم • ويسكن هذه الصحراء الهنود •

#### ٥ - صحراء أمريكا الشمالية :

تقع صحراوات أمريكا الشمالية فى دولتين هما الولايات  
المتحدة والمكسيك •

١ - صحراء سونورا ، فى أريزونا ، وتمتد جنوبا الى  
المكسيك •

٢ - صحراء كلورادو ، فى كاليفورنيا وأريزونا •

٣ - صحراء تشيهواهوا ، ومعظمها فى المكسيك ، ولكنها  
تمتد شمالا الى تكساس والمكسيك الجديدة •

٤ - صحراء موجافى ، فى كاليفورنيا ، وتمتد فى نيفادا  
وأريزونا قليلا •

٥ - صحراء الحوض العظيم ، فى يوتا ونيفادا •

٦ - صحراء بينتد : فى أريزونا ، وهى صحراء صغيرة  
مشيرة للاهتمام ، وتمتاز بشرفاتها وتلالها مسطحة  
القمة قائمة الجوانب ، ورمالها حمراء وصفراء  
وأرجوانية •



## الأمواج وشكل الشواطئ

البحر لا يهدأ أبدا . فهو دائم الحركة ، ولا يتوانى عن مهاجمة الشواطئ . وعندما تصمدى له الرؤوس البحرية الصخرية ، تقوم أمواجه العنيفة بالتهام سفوحها ، محدثة بعض التكوينات الرائعة .

يوم هنا ويوم هناك ، تلك دأب الأمواج في هجومها على اليابسة . وثيئا فثيئا ، تصنع الأمواج حدود السواحل من خلال نشاطها اللدوب .

وتستمد الأمواج الطاقة الهائلة التي تحتاجها لهدم الجروف وبناء الشواطئ من قوة الرياح ، فعندما تهب الرياح فوق سطح البحر ، تبطيء طبقة الهواء القريبة من السطح بسبب الاحتكاك .

كلما كان الهواء قريبا من سطح البحر ، كان أكثر بطئا . لذا فالطبقة التي تعلو سطح البحر يوضع ستيجمات ، تتحرك بصورة أسرع من طبقة الهواء الملازمة للسطح . وبما أنها تختفي الطبقة الأسفل منها ، تندفع للأمام . وتندفع البحر

لأسفل ، وتشكل منه بطون الأمواج • وفي الوراء بعيدا ، يرتفع  
الماء عاليا مكونا قمم الأمواج •

وبرغم تحرك الأمواج ، الا أن المياه الموجودة بها تظل في  
نفس مكانها بالفعل • فكل جزيء من الماء يجرى في مسار  
دائري ، ويعود من حيث بدأ • وتستهلك هذه الرحلة الدائرة  
قدرا قليلا جدا من الطاقة ، لذا يمكن للأمواج الكبيرة أن  
تستمر لمسافات طويلة ، في الوقت الذي تكون فيه الرياح  
العاصفة التي أحدثتها قد رحلت بعيدا •

ولما كانت الأمواج تتكسر عند وصولها الى الشاطئ ،  
فتأثير اليابسة على قاع البحر ، كتأثير الرياح على سطحه عندما  
يكون الموجة • فاحتكاك اليابسة بقاع البحر يبطيء من قاع  
الموجة أكثر من قممها ، لذا تتدفع طبقاته السطحية المتحركة  
للأمام كموجة عاتية •

ولهذه الموجات العاتية قوة عظيمة ، فهي تعمل على سحق  
الجروف الصخرية وقطع جلاييد الصخر الكبيرة • وعندما  
تنفصل قطع الجرف بعيدا داخل البحر ، تقذفها الأمواج التالية  
نحو الجرف ، لذا يظل الصخر مقذوفا بشكل مستمر بوابل من  
الأحجار والماء •



## التعرية التدريجية :

عندما تحطم موجة عاتية أمامية جرف ، تزيل الأمواج الخلفية فتات الصخور . ويكون ماء الموجة المهاجمة عادة ، أقوى من ماء الموجة المنسحبة ، ومع استمرار حركة الأمواج ( أى أكثر من اثنتى عشرة موجة فى الدقيقة ) ، تصطدم الأمواج الأمامية ، بالأمواج المنسحبة . ويؤدى هذا التصادم الى اضعاف قوة الأمواج المهاجمة . ونتيجة لذلك ، تصبح المواد المزالة من الشاطئ أكثر من المواد المضافة اليه . وتتقهقر اليابسة ببطء بعيدا عن البحر .

حينما يتكون ساحل البحر من رؤوس بحرية وخليجان ، لا تضربه الأمواج بكامل طوله بصورة متساوية . حيث تضرب الأمواج الهادرة القادمة من البحر ، الرؤوس البحرية أولا ثم تبليها . لكن قوة الأمواج غالبا ما تهبط قبل أن تصل الى شاطئ الخليج ، والتي تضربه عادة نحو ثمانى مرات فى الدقيقة . وفى مثل هذه الأمواج ، تعتبر الأمواج العاتية المهاجمة ، أقوى من الأمواج المنسحبة ، لذا تتزايد المواد المنجرفة نحو الشاطئ تدريجيا ، بينما تتناقص الرؤوس البحرية .

واذا استمر هذا النشاط لملايين السنين ، فستكون النتيجة  
باعثة للقلق ، اذ تجعل من الشاطئ خطا مستقيما ، ذو رؤوس  
بحرية عارية وخطجان ممثلة . وعادة ، قبل أن تكتمل العملية  
فإن منسوب البحر اما أن يعلو أو يهبط ، واما تفيض أودية  
جديدة ، أو تتكشف جروف جديدة . ويبدأ نشاط الأمواج  
الصارم كرتة من جديد .

## الفرق بين الطقس والمناخ

ربما لا تعتقد ان مدرستك لديها اى شيء تقوله لك عن المناخ، لكننا سنجعلها تساعدنا في التمييز بين الطقس والمناخ . فعلى الرغم من ان الطقس والمناخ مرتبطان ببعضهما ارتباطا طبيعيا ، الا انه من المهم ان نبين الفرق بينهما ، لأن العديد من العوامل التى تؤثر على حياتنا ، تتأثر هى نفسها بالمناخ الذى نعيش فيه .

اتبه لهذه المسألة : « كانت مدرستى السيدة براون مزاجها متعكر جدا هذا الصباح ( الطقس ) ، لكنها فى الواقع ، سيدة لطيفة معظم الوقت ( المناخ ) » . وبمعنى آخر ، يشير الطقس الى الظروف الجوية المسائدة فى مكان معين فى زمن معين ( تخبرنا توقعات الطقس ، بالحالة التى سيصبح عليها الطقس فى اليوم التالى ) . اما المناخ فهو متوسط حالات الطقس لمكان ، والذى يؤخذ عادة طوال الأيام كلها خلال السنة .

وبالنسبة لمكان معين ، فيعنى هذا أنه يجب اجراء قياسات عديدة ، تشمل على متوسط درجة الحرارة اليومية ، ومتوسط درجة الحرارة العظمى والصغرى اليومية ، ومتوسط نسبة

الرطوبة ( كمية بخار الماء الموجود في الجو ) • كميات السحب  
وأشعة الشمس ومتوسط سقوط المطر ، وسرعة الرياح • تؤخذ  
هذه القياسات لكل شهر ولكل سنة ، لتحديد نوع المناخ  
الخاص بالمنطقة •

### افكار مناخية :

ولكن هناك ما هو أكثر من ذلك بكثير بالنسبة للمناخ ،  
وليس مجرد القياسات التي تؤخذ كل يوم • ففترات الجفاف  
التي تجفف الأراضي والفيضانات التي تدمرها ، تعد أمثلة مخيفة  
للتأثيرات التي تحدثها تغيرات المناخ • ويأمل العلماء أن يأتي  
اليوم الذي يستطيعون فيه تجنب هذه الأضرار ، عن طريق  
تسخير المناخ ، وربما يستطيعون انعاش الحياة من خلال توفير  
المياه لبعض المناطق الجرداء كالصحراء الكبرى •

ومع ذلك ، فلا يزال هناك الكثير من الأعمال الواجب  
القيام بها ، إذا أردنا حل مشكلة مناخنا ، واكتشاف أسباب  
هذه التغيرات • ومن الغريب كما يبدو أن يستخدم العلماء دليل  
مناخ الأرض كما كان في الماضي للمساعدة في وضع أسس  
لتنبؤاتنا نفترات طويلة من المستقبل •

لم يكن الا خلال القرن الماضي فقط ، عندما وجد  
العلماء والجيولوجيون دليلا على أنه منذ آلاف من السنين ،

كانت تقع مساحات كبيرة من بريطانيا تحت غطاء جليدي ضخيم ،  
بينما في فترة أخرى في الماضي ، كانت الصحراء الكبرى ذات  
يوم منطقة معشبة وخصبة . وتبين هذه الظروف المناخية  
بشكل حاد مع الظروف السائدة حاليا ، والتي نجمت عن  
التغيرات المناخية .

ومنذ أن تمت هذه الاكتشافات ، وجدت دلائل أخرى  
تخبرنا كيف كان يتقلب المناخ في الماضي . وكان كل عصر  
مناخي يترك دليلا على وجوده : ومن خلال هذه المكتشفات  
استطاع العلماء بناء نموذجا تاريخيا عن التغير المناخي الذي ساد  
كوكب الأرض منذ عصور بعيدة .

ويمكن بدلالة السجل الذي دونه البشر عن التغير المناخي،  
أن نقرر فترة حوالى ثلاث آلاف سنة فقط . فحتى أكثر الأمم  
تقدما في العالم ، لم تحتفظ بسجلات رسمية عن درجة الحرارة  
ومسقوط الأمطار والملايح الأخرى لما يزيد على قرن من الزمان .  
ولنعود أكثر للوراء ، باستخدام دلالة التدوين المباشر ، نجد أن  
الباحثون اعتمدوا على يوميات الناس الذين أولوا اهتماما كبيرا  
بالطقس والمناخ ، عندما أصبحت الترمومترات والبارومترات  
متوفرة لأول مرة في أواسط القرن السابع عشر .

وتعطينا هذه البيانات ، مؤشرا جيدا عما كان يسمى

بـ « عصر الجليد البسيط » في نهاية القرن السابع عشر • فقد كان يتسم هذا العصر بمناخ بارد جدا ، حيث زحفت الثلجات مرة أخرى ، وتحول نهر التايمز في لندن الى حالة التجمد •

### سجلات قديمة :

لكي نأخذ فكرة عن الظروف المناخية قبل هذا العصر ، علينا أن نستخلص الدليل من مصادر مثل سجلات المزارع القديمة • فعلى سبيل المثال ، وجدت العديد من التفصيلات عن المزارع الانجليزية وبيوت الاقطاعات من القرن الثاني عشر والثالث عشر • وتوضح لنا سجلات عدد الخرفان التي فقت في (lambing time) ، فكرة عن حالة المناخ في فصل الربيع ، ومدى رطوبة نتاج المحاصيل ، ودرجة جفاف أنواع نعال الجياد ، حيث كانت نعال الخيل ، تبلى بسهولة في التربة الجافة الصلبة •

فمخطط الوحى المرسوم بعلامة غريبة الشكل ، أو عظام النبوءة ، التى اكتشفت في الصين خلال القرن التاسع عشر ، تأخذنا بعيدا نلوراء • فيرجع تاريخ هذه الآثار الى حوالى ثلاثة آلاف سنة ، ويبدو أن النقوش اننى تشير الى الأمطار ، كانت تبين أن فصول الشتاء في شمال الصين ، كانت أكثر اعتدالا مما هى عليه الآن •

ومع ذلك ، فمن الآن فصاعداً ، يجب أن ننظر الى  
الدليل في الطبيعة ، ليخبرنا كيف تغير المناخ على مر التاريخ فوق  
سطح الأرض .

ومن جميع سجلات الطبيعة ، فالتاريخ الأكثر دقة حتى  
الآن الذى سجل تطور المناخ القديم ، قد جاء من حلقات  
الأشجار . حيث يخبرنا عرضها ، وسمكها ومعالمها الأخرى ،  
بتغير المناخ المحلى كل عام . وعلى سبيل المثال . فالسنة التى  
كانت درجات حرارتها منخفضة ، أو كان سقوط المطر قليلا ،  
كانت تعطى حلقة هزيلة . وكما هو معروف . فمعظم الأشجار  
لا تعيش أكثر من بضـع مئات من السنين ، وحتى أقدم الأشياء  
الحية على الأرض ، مثل أشجار صنوبر بريستلكون فى  
كاليفورنيا والغرب الأمريكى ، لم يزد عمرها عن ٥٠٠ عام .  
ومع ذلك ، فالأشجار الميتة المجاورة ، قد تكون أكثر قدما .  
وبمطابقة حلقات شجرة حية مع حلقات شجرة ميتة ، يمكن تحديد  
بدقة ، الزمن الذى فيه ماتت الشجرة . ويمكن استخدام  
الحلقات الأولى لهذه الشجرة الميتة بعد ذلك فى تحديد أنماط  
المناخ لفترة تصل الى ثمانية آلاف عام .

ولا تسجل حبوب اللقاح التغيرات السنوية فى المناخ ،  
بينما يمكنها أن تعيش لعدد من القرون . ففى التربة غير المقلقة،

تميل جبوب اللقاح القديمة لأن تدفن على عمق كبير تحت سطح الأرض ، وهذه الطريقة تقدم جبوب اللقاح سجلا لأنواع المتعاقبة من النباتات التي نمت في المنطقة . وقد درست لقاحات أوروبية مختلفة ، يرجع تاريخها منذ نهاية العصر الجليدي العظيم الأخير ، منذ حوالي ١٠٠٠٠ آلاف عام . وتبين هذه اللقاحات ، أن هذا العصر الجليدي تبعه عصرا أكثر دفئا في أوروبا ، عندما كان متوسط درجات الحرارة أكبر بدرجة مئوية واحدة من درجات الحرارة في الوقت الحالي . وتخبرنا أيضا بالكثير عن شمال أوروبا التي كانت مغطاة بغابات البلوط خلال تلك الحقبة .

وإذا أردنا الرجوع الى فترات سابقة أكثر للماضى ، للتعرف على أحوال الطقس ، فيجب ألا نرصد شيئا فوق الأرض ، بل داخلها : في البحر ، وفي الجليد وفي الصخور .

### دلالة الجفريات :

تعتبر البحار والمحيطات من العوامل المهمة جدا في التعرف على المناخ الموجود على الأرض اليوم كما في الماضى . حيث تمتص حرارة الشمس ، وتحمل تياراتها الحرارة من خط الاستواء الى القطبين . ولكننا يمكن أن نجد في البقايا الحفرية الموجودة في قاع المحيط ، سجلا للمناخ بأحوال اليابسة .



فبلايين من أصداف الحيوانات الدقيقة والنباتات تعيش في الطبقات العليا من المحيطات • وفي المياه الضحلة ، لا تتحلل أصدافها عندما تموت ، لكنها تنجرف الى القاع • وبعد ترسيب هذه الأصداف ببطيئا جدا ، اذ يحتاج لآلاف السنين حتى يكون طبقات ضئيلة •

وعندما تأخذ عينات من قاع البحر ، يمكننا أن نحصل على سجل بالتغيرات في درجة الحرارة على مدى ملايين السنين • ويمكن لأنواع مختلفة أن تعيش فقط في المياه الدافئة ، بينما لا يمكن لأنواع أخرى أن تتحمل الظروف شديدة البرودة • وقد أخذت بعض العينات من المحيط الأطلنطي ، وأعطتنا خريطة لدرجة الحرارة ، يرجع تاريخها الى ما يزيد على ١٠٠ مليون سنة • وباختبار كمية الأكسجين الموجودة أيضا في هذه الأصداف ، أمكن التعرف على الظروف الجليدية ، لأن نسبة الأكسجين تتزايد ، عندما يزداد حجم الثلج •

وقد أمدنا الجليد نفسه بقدر كبير من المعلومات عن المناخ. زنحن نعرف أن معظم الأرض كانت مغطاة في الماضي بغطاءات جليدية ضخمة ، لأنه في العديد من الحالات ، كان لفعل الغطاءات الجليدية تأثيرا كبيرا على تشكيل وجه الأرض • ويدلنا تقدم زانحصار الجبال الجليدية أيضا ، فيما اذا كان المناخ دافئا زباردا •

وتغيرنا القلنسوات الجليدية القطبية بقدر هائل من المعلومات أيضا . فقد تراكمت هذه القلنسوات الجليدية على مدى آلاف السنين ، بشكل مشابه للحفريات التي ترسبت في البحر . وقد اكتشف أن للأكسجين الموجود في الثلج الجليدى يتغير تبعاً لدرجة الحرارة التي فُشل فيها الثلج في تكوين القلنسوات الجليدية . فكلما كانت درجة الحرارة أقل ، كانت نسبة الأكسجين الموجودة في الثلج أقل .

وأظهرت عينات الثلج التي تم أخذها من جرينلاند عن تغيرات واضحة في المناخ على مدى المائة ألف سنة الماضية . فنحن نعرف الآن أنه منذ تسعون ألف سنة ، كان هناك هبوط في درجات الحرارة في جميع أنحاء العالم . وفي الثمانين ألف سنة التالية لها ، تمددت القلنسوات الجليدية القطبية على مدى عصور جليدية مختلفة ، حتى حوالي العشرة آلاف سنة الأخيرة، عندما بدأت تسود العالم فترة من الدفء النسبى .

وإذا أردنا البحث عن أحوال المناخ في فترات زمنية طويلة جداً ، علينا النظر في صخور القشرة الأرضية . فقد كانت توضع طبقات الصخور فوق بعضها ، عندما كانت القارات تبدو مختلفة تماماً عما هي عليه الآن . فقد كانت طبقات الفحم محفوظة منذ حوالي ثلاث مئة مليون عام مضى . ولما كان الفحم يتسكون

من نباتات تحلت وأصبحت طبقة صخرية ، فإن طبقات الفحم هذه ، تدل على أن كثيرا من مناطق الكرة الشمالي ، كانت مغطاة بالمستنقعات الاستوائية .

### التغيرات السطحية :

بينما بدأت القارات تتجمع مع بعضها لتكون «أم القارات» البانجيا «Pangaea» ( انظر موضوع متى تكونت القارات ؟ ) منذ مائتي مليون سنة ، فتخبرنا طبقات الصخر الرملى عن أن معظم هذه المنطقة كانت شديدة الحرارة ، وشبيهة بالصحراء . وتوضح الصور في هذه الصفحات ، كيف تغير سطح الأرض نتيجة تغير المناخ على مدى ملايين السنين .

واستطاع الانسان من خلال هذه النجلات جميعا ، أن يبنى صورة واضحة مفصلة عن تغير المناخ على مدى عدة ملايين من السنين . ولكن بدلالة الانسان نفسه ، فقد أعطانا المناخ ، ملصق تاريخى مهم . فقد بدأت حضارة الانسان في الازدهار منذ العشرة آلاف سنة الأخيرة فقط ، أى منذ نهاية العصر الجليدى الأخير . واستطاع الرومان خلال هذه الفترة الزمنية القصيرة ، أن يشيدوا امبراطورية عظيمة في الفترة من عام ٣٠٠ ق.م. الى عام ٤٠٠ بعد الميلاد ، وكانت تعرف تلك الفترة بالفترة الدافئة الجافة . وتلتها «عصور مظلمة» وفترة مناخ بارد .

هناك شيئا واحد مؤكد ، وهو ان الانسان يتأثر بالمناخ ،  
ولذا فعلينا الاستمرار في البحث لنرى ما التغيرات المدخرة لنا في  
المستقبل . لكننا الآن وصلنا الى مرحلة يستطيع فيها أن يسيطر  
على مناخه ، وتتطلب هذه المرحلة دراسة واعية أيضا .  
مناخنا التغير :

الأرقام والصور ، هي الوسائل التي يستخدمها الانسان  
في الكشف عن المناخ في الوقت الحالي . ففى الصفحات  
السابقة ، قرأت كيف تم دراسة ظروف المناخ في الماضى  
البعيد والحديث ، باستخدام أساليب مختلفة تماما : فبدأة  
بسجلات المزارع القديمة وحلقات الأشجار الى العينات  
المأخوذة من قاع المحيطات وطبقات الصخور . وقد كان هناك  
القليل جدا من السجلات المكتوبة المتخصصة وبالتأكيد لم  
توجد صوراً !

الظروف المناخية في عالم اليوم :

١ - الغابة للمطر :

مناطق شديدة الحرارة ، سقوط أمطار غزيرة في كل  
فصول السنة .

٢ - السافانا :

صيفيات حارة ، شتويات دافئة ، سقوط أمطار من معتدلة  
الى غزيرة .

- ٣ - صحراء قريبة من خط الاستواء وسهب :
- مناطق دائمة الحرارة ، مطر قليل أو خفيف •
- ٤ - مناخ دون استوائي جاف :
- صيفيات حارة ، شتويات معتدلة ، مطر خفيف الى معتدل •
- ٥ - مناخ تحت استوائي رطب :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار معتدلة •
- ٦ - مناخ بحري معتدل :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار من معتدلة الى غزيرة •
- ٧ - مناخ قاري رطب :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار معتدلة •
- ٨ - سهوب قارية :
- صيفيات دافئة ، شتويات معتدلة البرودة الى باردة ، أمطار قليلة •
- ٩ - صحراء قارية :
- صيفيات دافئة ، شتويات باردة ، سقوط أمطار خفيفة •
- ١٠ - تحت القطب الشمالي والتانغرا :
- صيفيات قصيرة ، شتويات طويلة ، سقوط أمطار متنوعة •

## ١١ - الأرض الجليدية :

أبرد من الأراضي المنخفضة التي تقع على نفس خط العرض ، سقوط الأمطار متغير .

واليوم فقد تغير كل ذلك تماما . فدراسة المناخ اليوم تشتمل على سلسلة كاملة من القياسات تؤخذ على مستوى العالم . ويجرى تحليل هذا القدر الهائل من المعلومات بعد ذلك بواسطة أجهزة الكمبيوتر . وبالمثل ، فمن خلال أقمار الطقس التي تدور حول الأرض ، يحصل العلماء على المعلومات والصور عن الملامح المناخية ، مثل درجة حرارة سطح المحيط ، غطاء السحب والحرارة التي تعكسها الأرض .

يمكن مقارنة نظام مناخ الأرض ، في بعض النواحي ، بآلة ضخمة تشكل فيها جو الأرض والمحيطات والقلنسوات الجليدية العناصر الكبرى .

يأتي مصدر الوقود في الأرض عن طريق الطاقة الحرارية المستمرة من الشمس ، التي تحفظ هذه العناصر في حركة دائمة ، ومن خلال تفاعلها تنتج لنا الطقس اليومي والمناخ العام .

ولكن مثلما عرف الاغريق منذ ما يزيد على ألفي سنة مضت ، أن الأرض ليست لها مناخ ثابت واحد . فقد عرفوا أن أجزاء العالم القريبة من خط الاستواء كانت مناطق حارة ،

والمناطق القريبة من القطبين كانت باردة • وكانت اليابسة بين هذه المناطق ليست بالحارة جدا ولا الباردة جدا - مناخ معتدل • ويمكن تحديد المناخ في الوقت الحالي بدقة عالية جدا ، بالرغم من أنه في القارات الكبيرة يتغير المناخ من منطقة لأخرى • انها تروس التغير في آلة المناخ ، بالإضافة الى الملامح المدينة للمكان نفسه ، هي التي تجعل أى مناخ في أى جزء فوق سطح الأرض ، يختلف عن مناخ الجزء الآخر •

وأحد العوامل الرئيسية هو خط العرض (latitude) أى بعد المكان عن خط الاستواء (خط الاستواء هو خط الصفر الذى يقسم الكرة الأرضية الى نصفين شمالي وجنوبي) • حيث تصل معظم أشعة الشمس الى المنطقة القريبة من خط الاستواء ، عن المناطق الأخرى ، لأن سقوط الأشعة في منطقة خط الاستواء يكون رأسيا • وتعطى لنا شدتها الحرارة العظيمة، مناخ استوائى ، لا يتغير كثيرا على مدار العام • وعندما يبتعد المسافر عن خط الاستواء ، تأخذ درجات الحرارة في التناقص • فعلى سبيل المثال ، فالحرارة التى تسقط على المملكة المتحدة أقل من الحرارة التى تسقط على جنوب أفريقيا ، ولما كانت الشمس تعبر خط الاستواء مرتان في السنة ، فان لبريطانيا مناخ موسمي • فهي دافئة في الصيف (شهر يوليو) وباردة في الشتاء (شهر يناير) • وفي جنوب الكرة الأرضية ، تبديل

القبول ، فالمناخ في نيوزلندا بارد في شهر يوليو ، ودافئ في شهر يناير .

ولما كانت حرارة الشمس تبلغ ذروتها عند خط الاستواء، فهي تعمل على تسخين الهواء ، الذي يرتفع بعد ذلك ويكون السحب والرياح في كتل هوائية متحركة . وهذه تتحكم في نمط الدورة العامة للغلاف الجوي . وعادة ما تتجه الحركة من خط الاستواء صوب القطبين ، وتنحرف الرياح نتيجة دوران الأرض . فهي تنحني لليمين في نصف الكرة الشمالي والى الشمال في نصف الكرة الجنوبي .

تضفى المناطق القطبية ، تأثير البرد على مناخ الأرض . وهذا لأن الغطاءات العظيمة من الجليد والثلج تعكس أشعة الشمس ، وتقلل من كمية الحرارة التى يحتجزها سطح الأرض . ويشير الهواء القطبي البارد ، رياحا باردة قارصة .

عندما تندفع الرياح المختلفة فوق المحيطات ، تخلق عاملا مناخيا مهما آخر - ألا وهو تيارات المحيط التى تعتبر دوامان عظيمة من الماء المتحرك « تندفق » عبر المحيطات ، ولها تأثير البرد أو الدفء تبعاً للرياح التى تحدثها .

تقع جزيرة نيوزيلندا على نفس خط عرض بريطانيا ( خط عرض ٥٥ شمالا ) ، لكنها أكثر منها يرودة . وتزج :



الاختلاف بينهما الى أن تيار الخليج ، ذلك التيار الدافئ الذي يفيد المناخ البريطاني • ويؤثر تيار لايرادور على نيوفونلاند بطريقة عكسية • فلولا تيار الخليج ، لكانت بريطانيا في نفس برودة جرينلاند • برد قارس !

ولما كانت محيطات الأرض تستطيع اختزان وتقل الحرارة ، فالأحوال المناخية تتنوع من مكان لآخر تبعاً لموقعها بالنسبة الى المحيط •

ففي الصيف تدفأ اليابسة أكثر من البحر ، وربما تكتشف ذلك عندما تذهب للاستحمام في البحر • فالهواء البارد من فوق سطح البحر ثم يهب على الساحل وتنخفض درجة الحرارة • وأثناء الليل في الشتاء تبرد اليابسة أسرع من البحر ، وتأتي بالهواء الدافئ من البحر لرفع درجة الحرارة •

ان هذا يعني أن المناطق الساحلية ليست لها درجات حرارة يومية وموسمية كبيرة مثل أواسط القارات التي تبعد عن البحر مئات الكيلو مترات •

ومن العوامل الأخرى التي تؤثر على المناخ ، الظروف الجغرافية المحلية وخاصة الارتفاع ، ويقصد به عادة السلاسل الجبلية • فعلى الرغم من تسخين أشعة الشمس لسطح اليابسة ،

فتأثيرها على الهواء التي تمر خلاله يكون تأثيرا ضعيفا . ولذا فكلما صعدنا الى أعلى يصبح الجو باردا ، ويتغير تبعا لذلك نوع النباتات .

تعتبر قمم الجبال العالية قطنسوات ثلجية ، لأنها تصل الى طبقات الهواء العليا شديدة البرودة وتكون معرضة للرياح الباردة . وتظل هذه المناطق العليا أكثر برودة في فصل الصيف عن الوديان والأراضي المنخفضة أسفلها .

وتساعد الجبال أيضا في تحديد مدى رطوبة المناخ ، حيث يرتفع الهواء الرطب عندما تدفعه الرياح تجاه الجبال أو فوق هواء أبرد . بعد ذلك يبرد ويتكثف الى سحب تسقط منها قطرات المطر .

يعتبر الهواء رطبا جدا فوق البحر ، عندما ترتفع درجات الحرارة . وهذا يعني سقوط أمطار شديدة جدا في الغابات الممطرة بالمناطق الاستوائية عندما يهب الهواء من المحيطات .

#### المستقبل :

تنشأ أكثر الأماكن جفافا على سطح الأرض ، عندما تهب الرياح لمسافات طويلة فوق الأراضي الساخنة . فهناك حزام مستمر من الهواء الدافئ فوق منطقة الصحراء الكبرى مع فرصة تكون سحب قليلة ، وسقوط أمطار سنوية قليلة جدا .

قد تاتي احد اسباب تغيرات المناخ قصيرة المدى ، نتيجة التغيرات التي تحدث في الشمس نفسها . فالبقع الشمسية ( بقع من الغاز البارد ) ، تعتبر ملامح طبيعية فوق سطح الشمس . ومع ذلك فقد شوهد منها القليل جدا ، عندما بردت الأرض في العصر الجليدي القصير في القرن السابع عشر . مثل هذه الانشطة القريبة ، قد تفسر اتجاهات البرودة .

فقد احدثت البراكين النشطة ، كالتي حدثت في جزر هاواي ، سحباً هائلة من الغبار والغاز ، حتى وصلت للطبقات العليا من الغلاف الجوي . هذا الغطاء السحابي ، عكس اشعة الشمس بعيدا عن الأرض ، وحدث تأثير البرد على مستوى العالم وبعد انفجار كازاكاتوا في عام ١٨٨٣ ، كانت السنوات التالية القادمة باردة برودة واضحة .

فالمصور التي تلتقطها الأقمار العكس التي تدور حول الأرض ، تعطينا المزيد من المعلومات عن الطقس . وتستغنى لدراسة التوزيع في تغيرات السحب ، والثلج والجليد فوق سطح الأرض . وتعطي معلومات ايضا عن الغلاف الجوي والمحيطات . ويمكننا باستخدام صور الأقمار الصناعية ، قياس تأثير التلوث البشري والافراط في رعي الماشية .

ولكن بالرغم من ادراكنا التام بخصائص مناخنا الحالي ، يشعر العديد من رجال الأرصاد بأن التغيرات ليست بعيدة تماما وقد تحدث الآن . فالجفاف المتكرر في أفريقيا والهند وازدياد تلوج البحر الشتوية حول ايسلندا قد يكون نتيجة للتغيرات التدريجية .

وقد صورت بعض الأسباب المحتملة في هذه الصفحات .  
فالنشاط الشمسي يعد أحد عوامل تغير المناخ . وقد يكون  
للإشعاع المتزايد والبقع الشمسية تأثيرات مناخية على كمية  
الحرارة التي يمتصها الجو . والنشاط البركاني له تأثير ملحوظ  
فالسحب الهائلة من الرماد والغبار المتصاعد . تكون طبقات ،  
تعكس أشعة الشمس ونتيجة لذلك يبرد سطح الأرض .

وبالنسبة للتنبؤات على المدى البعيد ، يبدو أن معظم  
التوقعات غير متفائلة . فقد تم اجراء حسابات توضح أن مواسم  
الصيف في نصف الكرة الشمالي في طريقها لأن تكون أقصر  
وأبرد ، وربما تصبح الغطاءات الجليدية في القرب في شهر  
مارس مرة أخرى .

لكن أية توقعات يجب أن تأخذ في الاعتبار التأثيرات التي  
يحدثها النشاط البشري في القرن العشرين على المناخ . فتلوث  
الجو الناتج من عوادم السيارات ، والطائرات والمصانع ،  
يعنى أن الأكسجين يستبدل بثاني أكسيد الكربون . فإذا أحدث  
هذا التلوث غطاء على الأرض ، فالحرارة التي تعكس الى داخل  
القضاء ، سيوف تبقى وسترتفع درجات الحرارة فوق سطح  
الأرض . وهذا ما يسمى « بتأثير الصوبة الزجاجية » .

تسبب المدن الكبرى وعدد السكان المتزايد تأثيرات محلية  
( فوسط لندن أدفا بحوالى ٢ درجة مئوية عن الرضا المجاور

لها ) ، وإزالة النباتات بسبب رعى الحيوانات ، وقطع أشجار الغابات من أجل الاستفادة بأخشابها في الوقود ، يعنى انعكاس مزيد من الحرارة على سطح الأرض .

ولما كانت للتغيرات القليلة في المناخ ، تأثيرات ضارة جدا على مورد الغذاء انعمالى ومظاهر حياتنا الأخرى ، فالإنسان فى حاجة ملحة لأن يعرف المزيد عن التغيرات الطبيعية والتي قد تكون من صنع يديه . حيثذ فقط سوف نعرف ، اذا ما كان هناك عصر جليدى جديد أو أن هناك مجهود كبيرا يجب أن يبذل لايقاف التلوث والارتفاعات المتزايدة فى درجة الحرارة .



## متى يتخلف الغلاف الجوى ؟

الجو المحيط بنا لا يهنا أبدا • فيمكنه ان يحدث اى شيء •  
بدا من نسيم عليل الى اعصار ذو قوة تدميرية تعادل مئات المرات  
قنبلة هيدروجينية •

يعمل الغلاف الجوى للأرض كطبقة واقية تحمينا من أشعة  
الشمس الضارة ويحجب عنا حرارتها الزائدة •

وتعمل طبقة الهواء المحيط بكوننا أيضا ، على عدم برودة  
الأرض بسرعة أثناء الليل - كما هو الحال بالنسبة للقمر  
الذى ليس له غلاف جوى ، على سبيل المثال - وتعمل حاجزا  
يحمى الحياة ، فيحرق الشهاب قبل اصطدامها بسطح الأرض •  
وبدون الغلاف الجوى ، بطبيعة الحال ، لا نستطيع التنفس •  
ولكن بمقارنة حجمه بحجم الأرض ، نجد الغلاف الجوى المحيط  
بها صغيرا للغاية •

فلا تزيد سمك طبقة الهواء الكثيفة جدا ، القرينة من  
سطح الأرض عن خمسة كيلو مترات ونصف • وفوق هذه

الطبقة تناقص كثافة الغلاف الجوى شيئاً فشيئاً حتى اذا وصلنا ارتفاع ٤٠ كيلو مترا من فوق سطح الأرض ، نجد أنها تلاشت تقريباً .

ومع ذلك ، فهذه الكتل الهوائية الكثيفة جداً ، تتحرك ونسبح حول الكوكب فى حركة منتظمة تقريباً .

والقوة الأساسية التى تحدث هذه الرياح ، هى الاختلاف فى درجات الحرارة بين القطبين وخط الاستواء . فالهواء الساخن أقل كثافة من الهواء البارد ، ولهذا السبب يصعد لأعلى ، ( وتلك هى القاعدة التى تعمل بها البالونات المزودة بالهواء الساخن ) ، ويسبح الهواء البارد ليحل محله . وعلى ذلك فالهواء الاستوائى يصعد لأعلى ، ويتحرك الهواء القطبى البارد ليحل محله .

لكن هذه الحركات الهوائية تصبح أكثر تعقداً ، من حقيقة أن الأرض تدور حول نفسها . وبما أن الأرض تدور حول نفسها ، فهى تميل الى ترك الغلاف الجوى خلفها ، بحيث يتجه الهواء المتحرك ناحية الشمال ، جهة اليمين ، والهواء المتجه نحو الجنوب يتجه نحو اليسار .

وهناك تعقيد آخر يتمثل فى الاختلاف بين اليابسة والبحر . حيث تميل اليابسة ( الأرض ) الى أن تداً بسرعة وتبرد بسرعة ،



والبحر على النقيض من ذلك ، يدفأ ببطء ويرد ببطء • وتكون النتيجة أن يسخن الهواء في فصل الصيف فوق جميع القارات ، ويحل محله الهواء الأبرد القادم من المحيطات ، وفي الشتاء يحدث العكس فيكون هواء المحيط دافئاً ، وينتقل الهواء من القارات الى المحيطات • ( ويحدث نفس التأثير أيضا بصورة يومية ، عندما يهب النسيم العليل من البحر أثناء النهار، وينتقل نسيم الأرض الى البحر أثناء الليل ) •

وبالإضافة الى تأثيرات دوران الأرض حول نفسها ، وعمليات التسخين والتبريد المختلفة للقارات والمحيطات ، فإن لفصول السنة وطبوغرافية الأرض ( سلاسل الجبال ، التلال والسهول ) لها تأثير أيضا • لذا فدورة الغلاف الجوى في تغير دائم ، وتحدث ما نسميه بـ « الطقس » •

والسمة الأكثر أهمية للطقس ، هي تكوين المنخفضات الجوية ( أعاصير ) وضد يد الأعاصير ( مرتفعات الضغط الجوى ) • فالمنخفضات هي مناطق الضغط المنخفض التى يسببها الهواء الدافئ المتصاعد والمتشر • ويتخذ الهواء المحيط شكلا حلزونيا - فيكون عكس عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالى ، ومع عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبى - ليملا منطقة الضغط المنخفض • وضديدات الأعاصير هي مناطق الضغط المرتفع التى يسببها الهواء البارد الهابط • ويتلوي

الهواء بعيداً عن ضديد الأعصار مع عقارب الساعة في الشمال ،  
و ضد عقارب الساعة في الجنوب ، لملء المنخفضات المحيطة .

### المواصف العنيفة :

تميل حركات الهواء البالغة العنف الى الحدوث في غرب المحيط الأطلنطي ، ثم تزحف بعد ذلك جهة خليج المكسيك متجهة نحو الساحل الشرقي للولايات المتحدة . ولهذه المواصف أسماء مختلفة ، فهي تسمى بالأعاصير المدارية ( الذي تزيد فيه سرعة الرياح عن ٥٠ م في الثانية ) ، والأعاصير ( منخفض جوى يجذب الرياح الى مركزه بعكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي والعكس في نصف الكرة الجنوبي ) أو التيفون ( اعصار مدارى في غرب المحيط الهادىء ، والذي يسمى أحيانا ويلى ويليزا ) ، ويتوقف تسمية العاصفة على المنطقة التى يحدث فيها من العالم .

هذه المواصف المدارية الدوارة ، هى في الأساس منخفضات عميقة جدا من الغلاف الجوى . فيمكن أن يصل طولها ٣٢٠ كيلو مترا وعمقها ٩١٠٠ مترا .

يتلوب الهواء متجها لأسفل ، ويدور بسرعة تصل الى ٣٢٠ كيلو مترا في الساعة ، بينما تسقط الأمطار الشديدة من السحب العاصفة المحلقة . وتوجد في مركز أو « عين » الأعصار

منطقة ذات هدوء رهيب ، يبلغ قطرها ٣٠ - ٣٥ كم ، وتقدم العاصفة بكاملها ، بسرعة تصل الى ٣٠ كم في الساعة .

ويحدث اضطرابا آخر بالغ الخطورة في الغلاف الجوى ، وهو ما يسمى بالزوبعة أو التورنادو . وعلى عكس الأعاصير ، فهذه العواصف المدوية عادة ، تبدأ نشاطها من سطح فوق الأرض .

وبالرغم من وجود نظرية أو اثنتان ، إلا أن رجال الأرصاد الجوية لا يزالون غير متأكدين تماما من سبب نشوء هذه الاضطرابات الشديدة في غلافنا الجوى ، لكنهم قادرون على الأقل في الوقت الحالى أن يبلغوا تحذيراتهم للسفن أو للأشخاص المتواجدين بمنطقة الأعاصير .

وتبعث أقمار الطقس الصناعية ( ستالايت ) التى تحلق على ارتفاع ١٦٠ كم فوق سطح الأرض ، والتى تقوم بالتقاط سلسلة منتظمة من الصور ، لتكوينات السحب أسفلها ، الى المحطات الأرضية ، حيث يقوم رجال الطقس بفحصها ، للوقوف على التغيرات المهمة في المحيط الشاسع لغلافنا الجوى الدائم الحركة .

مقياس الرياح ليوففورت :

تقاس شدة الرياح بواسطة جهاز يسمى بالرياح ، (anemometer) ، وهو جهاز مزود بثلاث طاسات مركبة

على فراع فوق عمود دوار • وتعمل الرياح على دوران الطاسات، وتقاس سرعة الرياح بالمعدل الذى تدور به الطاسات ، وهو عادة بالأبمال فى الساعة • وتستخدم محطات الطقس مقياس بوفورت لتسجيل شدة الرياح • وقد اخترع الجهاز الأميرال الانجليزى السير فرنسيس بوفورت فى القرن التاسع عشر •

شدة الرياح	سرعة الرياح كم/س	نوع الرياح كما تبينها خرائط التنبؤ
٠	أقل من ٢	ساكنة
١	٢ - ٥	هواد خفيف
٢	٦ - ١١	نسيم خفيف
٣	١٢ - ١٩	نسيم لطيف
٤	٢٠ - ٢٩	نسيم معتدل
٥	٣٠ - ٣٩	نسيم نشط
٦	٤٠ - ٥٠	نسيم شديد
٧	٥١ - ٦١	عاصفة معتدلة
٨	٦٢ - ٧٤	عاصفة نشطة
٩	٧٥ - ٨٧	عاصفة شديدة
١٠	٨٨ - ١٠١	عاصفة شديدة جدا
١١	١٠٢ - ١٣١	عاصفة مدمرة
١٢	أكثر من ذلك	اعصار

### كيف يتطور منخفض جوى :

كتلة هواء ساخنة وينشأ خطا بين الكتلتين ، ويزيد هذا الخط ، عندما تستمر « الجبهة الباردة » الحافة الأمامية للهواء البارد في تخطي الهواء الدافئ وفي النهاية يتجاوز الهواء البارد الجبهة الساخنة . ويندفع الهواء البارد تحت الهواء الساخن ، جاعلا اياه يتحرك لأعلى في الغلاف الجوى . وأثناء ارتفاعه يكون سحب مطرة .

### الأعاصير :

ان أى منخفض جوى عميق جدا يعرف ما يسمى بالأعاصير . فيمكن أن يمتد طول هذه الموائف الهوائية نحو ثلاثمائة كيلو مترا ، ويصل سمكها تسعة كيلوا مترات ، وتوجد في وسطها ، منطقة هادئة ، يصل قطرها حوالى ١٥ - ٣٠ كم ، وتسمى بالعين ، يكون كل شيء في هذه المنطقة ساكن تقريبا ، بينما خارج هذه المنطقة ، تهب الرياح حول العين بسرعة تصل الى ٣٠٠ كم في الساعة .

ولا تستخدم كلمة اعصار الا في جنوب الولايات المتحدة وجزر الهند الغربية ( أرخبيل في شمال الأطلنطى ، بين شمال وجنوب أمريكا ) . وتسمى هذه الموائف الاستوائية في بحر الصين بالأعاصير الاستوائية ( التيفون ) ، بينما تسمى في

المحيط الهندي بالاعصار الحزوني ( السيكلون ) • وتسمى الأعاصير التي تظهر أمام شواطئ استراليا بويلي - ويليز • وأيا كان اسمها ، فتعتبر هذه العواصف من العواصف المدمرة • فقد نشط اعصار دافيد في جزر الهند الغربية وفلوريدا في شهرى أغسطس وسبتمبر عام ١٩٧٩ ، وقتل مئات من الأشخاص ، وأتلف العديد من المباني والمحاصيل • وفي جمهورية الدومينيكان، مات أربعمئة شخص في حادث واحد فقط ، عندما عصف الاعصار بالكنيسة التي كانوا يؤدون فيها طقوسهم الدينية ، نتيجة للفيضان الذي أحدثه شدة الاعصار •

#### التورنادو ( الاعصار الدوئى ) :

يعتبر التورنادو من أعنف العواصف • فهو يشبه الاعصار لكنه أقل منه كثيرا ، بحيث يصل طوله عدة مئات من الأمتار • ويتحرك الهواء حول مركز التورنادو بسرعة كبيرة - تصل أحيانا الى ٣١٥ كم/س • هذه الرياح السريعة الصعود ، يمكنها اقتلاع جذور الأشجار ، وتدمير المنازل ، كما يمكنها حتى أن تلتقط السيارات وتنفذها للأمام عدة مئات من الأمتار • ويمكن أن تتحرك العاصفة بسرعة ٥٠ كم في الساعة ، وعادة ما تكون مصحوبة بالبرق ، والرعد والأمطار الغزيرة الجارفة • والعواصف التورنادوية ، تعتبر من العواصف المدمرة ، خصوصا

عندما تحدث في مجموعات ، وتمصف بالبلاد بكاملها وتخلف ورائها آثار من الدمار .

وعندما تهب عواصف التورنادو فوق المياه ، فتعرف بالأعاصير المحيطية ، وفي هذه الأعاصير ينبجس عمودا من الماء من البحر ( أو البحيرة ) ، من قاعدة الانبجاس ، على هيئة سحابة رعدية سوداء كبيرة ، يصل ارتفاعها في الفضاء نحو مئات الأمتار . ومع ذلك وبالرغم من الرأي الشائع الذي يقول بأن الانبجاس لا يتكون من الماء المسحوب من قاعدته - فيما عدا القاعدة الفعلية - ولكن من الماء الذي تكثف من الهواء الرطب ، المرفوع بالقرب من سطح البحر .

بالرغم من الأهمية التدميرية للتورنادو ، وعلى الرغم من الدراسات المتعمقة التي أجريت عنها ، فلا يزال العلماء غير متأكدين من كيفية تكون التورنادو . وتقول إحدى النظريات ، أنه عندما تكون طبقات الجو غير مستقرة ، محدثة تيارات صاعدة قوية . فإن الدوامات الصغيرة التي تحدث عادة بالقرب من سطح الأرض ، يمكن أن تتضخم ، وتبدأ في النمو بصورة قوية عندما تتمتع مساحتها . والغريب في ذلك ، أنه في مركز التورنادو ، يحتمل أن يتحرك الهواء لأسفل ، والذي يسبب وجود بقايا صغيرة جدا أو غبار في مركز التورنادو .

وتوجد ظواهر طبيعية قليلة ، يمكن مقارنتها بالقوة  
التدميرية الصرفة للتورنادو . ففي إحدى الحالات ، دمرت  
مدرسة بها ٨٥ تلميذا ، وحمل التلاميذ مسافة ١٣٧ مترا ، قبل  
أن يعودوا بسلام الى الأرض . وفي واقعة أخرى ، ارتفعت  
خمس عربات من قطار ، وزن الواحدة منها سبعين طنا ، من مسار  
القطار ، وبلغ ارتفاع أحداها في الهواء ٢٤ مترا . في  
عام ١٩٦٥ ، قتل ٣٧١ شخصا ، وجرح ما يزيد على ٣٠٠٠ شخص ،  
عندما بدأت تهب سلسلة من عواصف التورنادو في أنحاء ولايات  
أيوا ، ووسنكسون وإيلينوى وأنديانا وميتشجان وأوهايو  
بالولايات المتحدة الأمريكية .



## أى أنواع السحب التى يمكنها أن تحدث أعصارا ؟

كل منا يفكر فى السحب بطريقة الخاصة • فرجل الأرصاد الجوية يرى فى السحب وسيلة للتنبؤ بالطقس • والفنان يرسمها فى لوحاته بجميع أشكالها البديعة المختلفة • ويرى الشاعر فيها القلاع والأشكال الخيالية الغريبة • ونحن نلومها جميعا لأنها تعجب عنا أشعة الشمس أيام عطلاتنا الصيفية ، لو عند انهمار ليلتها للنساء حفلات العرس •

فالسحب تعنى أشياء عديدة لكثير من الناس • ولكن ما هى السحب ؟

هى عبارة عن كتل من بخار الماء البارد ، التى تطفو فى الجو • يحمل الهواء بعض من بخار الماء • ( رطوبة الهواء ، هى مقياس لكمية بخار الماء به ) • وعندما تسخن الشمس سطح الأرض ، ترتفع درجة حرارة الهواء الملاصق لها • ويتصاعد الهواء الدافئ الرطب ، يتحد ويبرد • لا يستطيع الهواء البارد

أن يحمل كثيرا من بخار الماء مثل الهواء الدافئ ، وبعد فترة وجيزة يبرد الهواء الصاعد الى درجة حرارة ، لا يستطيع بعدها أن يحمل كل رطوبته .

### بلورات الماء :

يتسبب بخار الماء على جزيئات دقيقة ، توجد دائما بصورة طافية في الهواء - ذرات من الغبار ، وجيوب لقاح ، وبلورات الملح .. الخ . وتكون جميعها قطرات صغيرة من الماء أو بلورات الثلج ، التي تتجمع مع بعضها لتصنع سحابة . وإذا انخفضت درجة الحرارة أكثر من ذلك ، تصبح السحب مثقلة جدا بالرطوبة ، حتى انها تسقط على هيئة مطر أو ندى من الثلج .

ونرى في يوم صاف أيضا ، سحبا من صنع البشر - ذبول الدخان التي خلفتها الطائرات المحلقة على ارتفاع عال . فهي تتكون من بلورات ثلجية . والرطوبة الحارة الخارجة من مواسير عادم الطائرة ، تتكاثف وتتجمد عند اصطدامها بالهواء العلوي البارد ، وتحدث ذبول السحب التي نراها .

### انواع السحب :

تنقسم السحب من ناحية الشكل الى قسمين رئيسيين تبعا للطريقة التي ارتفعت بها كتلة الهواء وهما :

## ـ السحاب الركامى :

وهو السحاب الذى ينشأ عن ارتفاع الهواء بالحمل ، كلما اشتد الحمل ، ازداد ارتفاع قمة السحاب ـ ويشبه سحاب الركامى تلا من الصوف أو القطن ، ويزيد نموه لرأسى عن نموه الأفقى بكثير .

## ـ السحاب الطبقي :

وهو السحاب الذى ينشأ عن ارتفاع الهواء ببطء مثل صعود الهواء الدافئ الرطب فوق كتلة من الهواء البارد و الصعود الاضطرابى للهواء على سفح جبل من الجبال و ما شابه ذلك .

وتنقسم السحب من ناحية الارتفاع الى ثلاثة أقسام رئيسية :

### ( أ ) السحب المرتفعة :

- وهى التى يبلغ ارتفاع قاعدتها أكثر من ٦٠٠٠ مترا .
- أنواعها : السحاق ، والسحاق الطبقي والسحاق الركامى .

### ( ب ) السحب المتوسطة :

- وهى التى يبلغ ارتفاع قاعدتها أكثر من ٢٠٠٠ مترا .
- أنواعها : السحاب الطبقي المتوسط والركام المتوسط .

### ( ج ) السحب النخفية :

وهي التي يكون ارتفاع قاعدتها أقل من ٢٠٠٠ مترا .  
وأنواعها : ركام الطقس الحسن ، السحب الطبقي ، والركام  
المزني والسحب الطبقي المزني . وتفصيلها كما يلي :

تتجمع السحب في مراتب حسب ارتفاعها عن سطح الأرض ،  
فالسحب العالية جدا ، هي السحب السمحاقية ، تقع على ارتفاع  
ما بين ٦ - ٨ كيلو مترات فوق سطح الأرض . السمحاق  
(Cirrus) هو سحب عالي يتكون من بلورات ثلجية ويكون  
عادة ناصع البياض . ويشبه شكله علامة صح أو شكل خصلة  
من الشعر - ويوجد في أجزاء متفرقة منعزلة ويسهل جدا تمييزه  
والتعرف عليه . ويندر أن توجد سحباً أعلى من ارتفاع  
١٠٠٠٠ مترا ، وهو السحب الذي يجعل طائرات الشحن التي  
تطير لمسافات طويلة ، تطير على ارتفاع أكبر من هذا .

تغطي السحب السمحاقية أحيانا جزءا كبيرا من السماء  
بطبقة ضبابية ، تجعل الشمس تبدو شاحبة . ويسمى هذا  
التكوين من السحب بالسمحاق الطبقي . (Cirrostratus)  
وهو عبارة عن غلالة شفافة بيضاء يبدو خلالها قرص الشمس  
أو القمر بوضوح تام وفي كثير من الأحيان تظهر هالة كبيرة في  
البناء تحيط بقرص الشمس أو القمر وتميز هذا النوع من  
السحب . وعلامة على المطر خلال أيام قليلة .

تتألف « أسكرية » ، كتل صغيرة مستديرة من السحب في شكل متموج خفيف ، هي السحبا القامى (Cirrocumulus) ، وهو عبارة عن طبقة رقيقة من السحاب تتكون من كتل صغيرة متراصة بنظام تام وتشبه الآثار التى تتركها الأمواج على رمال الشاطئ . والسماوات لأسكرية غالبا ما يتبعها رياح قوية . وكل هذه السحب تكون من بلورات الثلج .

### السحب المنخفضة :

فى المستويات الأدنى ، تتكون السحب من قطرات الماء . وتلك السحب الموجودة على ارتفاع ما بين ٢٠٠٠ و ٦٠٠٠ مترا تسمى بالسحاب الطبقي المتوسط والركامى المتوسط . وتكون السحب الطبقيّة المتوسطة طبقات رمادية رقيقة عبر السماء ، وتشرق الشمس أحيانا بضوء شاحب . هذه السحب غالبا ما تحدث السماء « المائية » التى ترى قبل المطر . أما السحب الركامية المتوسطة فهي قممات شبه مستديرة من السحب تطفو عبر السماء فى مجموعات غالبا ما تندمج بعضها .

وتسمى السحب المنخفضة بالطباقية ، والمزنية ، والركامية الطبقيّة ، فالسحب الطبقيّة نادرا ما يزيد ارتفاعها على ٣٠٠ مترا . وهى عادة طبقة رمادية غير متكسرة ، تشبه الضباب . أما السحب

العليا والسبيكة والمظلمة هي سحب المزن ، وهي غالبا مغممة مصحوبة بسقوط المطر أو الثلج . والسحب الركامية المتوسطة ، هي طبقة رمادية مفسوبة بالبياض من السحب المنخفضة ، تكون من كل مستديرة ، غالبا ما تندمج ببعضها .

### السحب الركامية والركامية للزنية :

قد تصل الى ارتفاعات شاهقة على الرغم من أن قواعدها تكون قريبة من سطح الأرض . السحب الركامية ، هي سحب متكومة في شكل أكوام ، وتظهر لامعة يضاء عندما يقدحها ضوء الشمس . وغالبا ما تطفو متكاسلة عبر السماء . ولكنها سرعان ما تتحول الى سحب من أروع السحب جميعا ، وهي الركام المزين . وهي السحب الرعدية الكثيفة . ويكون جزؤها العلوى عادة مسطحا بشكل يشبه السندان ، وقد يصل ارتفاعها الى ٦٠٠٠ مترا ، وتكون قاعدتها على ارتفاع عدة مئات من الأمتار فوق سطح الأرض . في المناطق الاستوائية ، فقد يصل سمك السحب الركامية المزينة من ١٢ الى ١٤ كيلو مترا من قمته لقاعها . ويتجنب ربابة الطائرات هذه السحب مهما كانت الظروف بسبب الريح العنيفة التي تحتوى عليها . وفي الحالات النادرة يمكن أن تحدث السحب الركامية المزينة أعصارا ميتا .

## الرعد والبرق :

تنشأ العواصف الرعدية نتيجة تكون شحنات كهربية  
معاكسة في أجزاء مختلفة من سحابة ركامية مزية طويلة .  
وعندما تصبح هذه الشحنات عظيمة جدا ، تحدث شرارة برق ،  
ويحدث الرعد نتيجة الحرارة المفاجئة للهواء بواسطة البرق .  
هذه الحرارة المفاجئة تجعل الهواء يتمدد بصوت انفجاري ،  
وتسمى ضوضاء الانفجار وارتداداتها بالرعد .

ونحن نرى البرق بمجرد حدوث الوميض ، ولكننا نسمع  
الرعد متأخرا بسبب السرعة البطيئة للصوت . والفترة ما بين  
رؤية البرق وسماع الرعد ، يمكن أن تستخدم في تقدير مسافة  
الوميض ، التي تقدر بثلاث ثوان للكيلو متر الواحد .

وتحدث في المتوسط ٤٥٠٠ عاصفة رعدية كل يوم في  
بعض الأماكن من العالم . وتعتبر من بين أعظم الحوادث الطبيعية  
القوية والمدمرة . وقد قدر أنه يوجد ٥٠٠٠ أمير من الكهرباء  
في ووميض البرق . وفي جزء من الثانية ، يمكن أن ينتقل الوميض  
من ارتفاع ثلاثة كيلو مترات الى الأرض ، أو قد يومض بين  
السحب التي تبعد عن بعضها بنحو ١٦ كيلو مترا .

ولكن لا تقلق . فان فرصتك في أن تصطدم بالبرق فرصة  
قادرة بالفعل . وفي بريطانيا ، يقتل حوالي عشرة أفراد من البرق

كل عام ، وقد سجلت بعض من حالات النجاة الغريبة ، ومن بين الحوادث الغريبة ، أن رجلا كان يحمل ساعة جيب ذهبية ، انصهرت تماما من حرارة الوميض ، في حين أنه هو نفسه لم يصب بأذى .

### التنبؤ الطقس الغد من السحب :

فربما لا يكونوا دائما على حق - في غالب الأحوال يستطيع رجال الأرصاد التنبؤ بأحوال الطقس بدقة معقولة الى حد ما . وهم قادرون على هذا ، لأن الطقس عادة ما يتبع أنماط يمكن تنبؤها . فربما تكون السحب هي أكثر الحقائق فائدة لرجال الأرصاد .

في المناطق المعتدلة المناخ ( الدول ذات خطوط العرض الوسطى - التي تشمل بريطانيا ، وأوروبا ومعظم أمريكا الشمالية ) ، غالبا ما يصاحب المطر منخفضا جويا . وهي منطقة ذات ضغط جوي منخفض التي تنتقل حوله الرياح عكس اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الشمالي ، وفي اتجاه عقارب الساعة في نصف الكرة الجنوبي .

وتميل المنخفضات للحدوث على وجه الخصوص ، عندما تقابل حزمة متحركة من الهواء الدافئ من المناطق المدارية ، هواء قطبيا باردا . ولما كان الغلاف الجوي في حالة دوران



دائم ( حيث تدور الأرض تحته حول نفسها ) ، وتكون النتيجة دوامة ضخمة ، ذات هواء بارد ينساب للخلف وأمامها حزمة من الهواء الأدفأ . والطقس الذي نواجهه حينئذ « جبهة » دافئة ، يليها « جبهة » باردة .

والمنخفضات يبلغ طولها ما بين ٨٠٠ و ٤٠٠٠ كيلو مترا وتأخذ حوالى من يومين لخمسة أيام لكى تمر . ولما كان الهواء البارد أثقل من الهواء الدافئ ، فيرتفع الهواء الدافئ فوق الهواء البارد . وأثناء ارتفاعه تتكون السحب ، ويحدث المطر . ويصاحب بعض أنواع السحب مراحل معينة من المنخفض لذلك يمكنك أن تتبأ بما سيكون عليه الطقس فى اليوم التالى أو نحو ذلك .

والسحب الأولى لمنخفض ما ، هى السحب السحابية العالية ، بعد ذلك فى غضون أربع أو خمس ساعات ، عندما ينخفض الضغط الجوى ، يتبعها سحاق طبقي ، يغطى السماء كلها . أخيرا يندمج السحاق الطبقي بشكل غير مدرك بسحاب الزن المنخفض والقائم اللون ، وتبدأ الأمطار فى الهطول . وتشتد الرياح وسرعان ما تهطل الأمطار بغزارة .

هذا هو مركز العاصفة . لكن بعد عدة ساعات ، يتوقف الضغط عن الهبوط . ويتوقف هطول المطر . وتتضاءل سحب الزن لتكشف عن سحاب طبقي مهلهل كثير الرذاذ .

وعندما يمر المنخفض ، يبدأ الضغط في الارتفاع . تشتد الرياح ، ويكون هناك غالباً ، تفجر قصير وحاد من الأمطار الغزيرة ، عندما تنتهي السحب المطيرة . ويوجد قليل من السحاب السحابي وبعد ذلك تصفو السماء .

السحب الوحيدة الآن هي السحب الركامية ، سحب الطقس الصحو ذات الزغب البيضاء . في حين أن بعضها قد ينمو الى سحب رعدية من الركام المزين الكبير ، الذي ياتر برخات المطر الشديدة .

وخلال ذلك الوقت ، يرتفع الضغط وتهدأ حدة الرياح ، وفي نهاية الأمر تخف جميع السحب حتى السحب الركامية . ان نظام العاصفة جميعه الآن قد انتهى — حتى المرة القادمة !

## ما هي الرياح التجارية ؟

في كل انحاء العالم ، كان الانسان يعتمد على قوة الرياح في احدى فترات الزمن . فمثلا تشكل الرياح مظهر الكثبان الرملية في الصحراء ، فقد ساعدت ايضا في تشكيل حياتنا في اى مكان نعيش فيه فوق سطح الأرض .

وهناك مثال ملفت للنظر هو هولندا ، التى تقع في شمال أوروبا . ففى الماضى ، كانت تستخدم الرياح في ادارة أشرعة ما يزيد على عشر آلاف طاحونة هوائية في أنحاء البلاد . وساعدت هذه الطواحين المزارعين في طحن الحبوب ، وقطع الأخشاب ، والأهم من ذلك جميعا ساعدتهم على نزع مياه البحر ، حتى يمكن استصلاح الأراضي . وعلاوة على ذلك ، كان يستخدم البحارة الهولنديون المهرة الرياح في تسير مراكبهم الى مناطق عديدة من العالم ، تحمل بضائعهم للتجار بها ، أو تقل الناس الراغبون في السفر الى مناطق أخرى غير أوطانهم . وطوال عدة قرون ، أساء الناس فهم الرياح أو خافوا منها في مناطق متفرقة من العالم . فقد لاحظ الرومان القدماء وجود

أنماط من الرياح في فصل الربيع ، عندما كانت تضطر مرآتهم المحملة بالحبوب من مصر الى عبور البحر المتوسط في فترة وجيزة ، حتى لا تتعفن الحبوب •

ومع ذلك ، فالرياح التجارية الشهيرة لشمال الاطلنطي ( تجارية كلمة قديمة وتعنى هنا « في جميع الاتجاهات » ) ، أخافت البحارة الذين كانوا يبحرون مع كريستوفر كولومبوس ( ١٤٥١ - ١٥٠٦ م ) الملاح الايطالى الذى اكتشف أمريكا عام ١٤٩٢ ، دون أن يدري أنه اكتشفها • فقد كانت تهب الرياح بلا توقف تجاه الغرب من شمال أفريقيا ، وراح كولومبوس وبحارته يتسائلون ، كيف يمكنهم العودة الى أوطانهم • واكتشفوا أخيرا أنه في البعيد ناحية الشمال ، تهب رياح غربية في الاتجاه المعاكس من الساحل الشرقى لأمريكا •

الملاح البرتغالى العظيم ، فرديناند ماجلان ( ١٤٨٥ - ١٥٢١ م ) الذى يعتبر أول من قام برحلة بحرية حول العالم ، والذى قتل أثناء محاولته إيجاد طريق بحرى نحو الغرب الى جزر الهند من أسبانيا ، قوبل أيضا بمجموعة من الرياح حيرته • فعندما رحل في اتجاه الغرب في عام ١٥١٩ ، قابل الرياح التجارية عبر الأطلنطي • بعد ذلك أثناء مروره بكتاب هورن ، أقصى الطرف الجنوبي من قارة أمريكا الجنوبية ، اصطلم بالأربعينيات

المزججة القوية ، قبل الابحار في الرياح التجارية الخفيفة  
في محيط جديد قد أسماه بالمحيط الهادى ( الباسيفيكي ) •

ولم يكن قبل القرن الأخير ، عندما بدأ الهيدروجرافى  
الأمريكى ماثيو فوتاين مورى ( العالم الذى يقوم بمسح وعمل  
خرائط للبحر ) فى دراسة وعمل خرائط لأنماط الرياح لجميع  
أنحاء العالم •

وقد قام بهذه الدراسة من خلال فحصه لآلاف من سجلات  
السفن ، ولاحظ ظهور رياح مختلفة فى مواضع معينة فى  
المحيطات فى تواريخ معينة • واستطاع حينئذ أن يوضح كيف  
يمكن أن تستخدم المراكب أنماط الرياح ، لايجاد مر سريع بين  
ميناءين بحرين •

وقد عرفنا منذ زمن طويل أن الرياح هى حركة الهواء  
الأفقية فوق سطح الأرض من مكان لآخر • والسبب الرئيسى  
فى هبوب الرياح هو اختلاف درجة الحرارة الذى ينتج عنه  
بالتالى اختلاف الضغط ، وتهب الرياح من مناطق الضغط المرتفع  
الى مناطق الضغط المنخفض • وقد كانت الرياح تسمى بالاتجاه  
الذى تهب منه ، ولذلك فالرياح التى تهب من الشمال ، تسمى  
رياح شمالية • ولكن حتى وقت قريب ، كان الانسان فى حيرة  
لمعرفة القوى المسببة للرياح •

## عوامل الرياح :

نحن نعرف اليوم أن هناك عاملان مهمان يحدثان ويحركان الرياح ، العامل الأول دورة الأرض نفسها التي تسحب كتلة الهواء معها . والعامل الثاني ، هو التبادل الدائم بين الهواء الدافئ للمدارين والهواء البارد للقلنسوات المدرية القطبية . ويشترك هذان العاملان مع بعضهما ليعطيا لنا أنماط منتظمة من الرياح ، تمتد لما يزيد لآلاف الكيلو مترات فوق سطح الأرض .

وما تزال تلب الرياح في عديد من المناطق ، دورا مهما كبيرا في حياة انشعوب . ولناخذ مثلا الرياح الموسمية (monsoons) في آسيا . ففي الصيف تسخن كتلة اليابسة في وسط آسيا ، ويرتفع الهواء الدافئ ، مكونا منطقة ذات ضغط منخفض . والرياح التي عبرت البحر ، تلتقط الرطوبة وتندفع بها لتملأ هذه المنطقة ، وتسقط الرطوبة مثل مطر الرياح الموسمية في الهند ، واليابان ومعظم مناطق جنوب آسيا . ويعتمد المزارع الذي يزرع محاصيله في هذه المناطق في كل ربيع ، اعتمادا كليا على الموسم الممطر ، حيث يمكن أن تنمو محاصيله ويستخدم مياه المطر من أجل الشرب .

## الرياح المحلية في أوروبا وشمال افريقيا :

الظروف المحلية الخاصة مثل المناطق الصحراوية والجبلية ،

تسبب رياحا اقليمية تؤثر على هذه المناطق . ويمكن أن يكون لهذه الرياح خصائص مختلفة ، فالرياح الشرقية (sirocco) هي رياح دافئة تأتي من الصحراء الكبرى ، وتصبح رطبة عند مرورها فوق البحر المتوسط ، ورياح البورا والمسترال ، هي رياح باردة بغضبة تدمر المحاصيل المهمة ، رياح القون ، هي رياح جبلية دافئة ، في حين أن رياح (Helm) هي رياح باردة جافة ، تصاحبها سحباً ثقيلة . يمكن أن تكرر هذه الظروف في مناطق أخرى من العالم ، في حين الرياح لها أسماؤها الخاصة بطبيعة الحال .

وتعمل التلال والجبال أيضا على أحداث الرياح ، وقد أعطيت لبعض منها أسماء خاصة . فالهواء الدافئ فوق الجبال التي تبرد أثناء الليل ، يميل الى الهبوط نحو المناطق المنخفضة ، ومثال على ذلك ، رياح المسترال ، التي تهب من وادي الرون في فرنسا ، أثناء هبوبها تجاه البحر المتوسط ( ريح شمالية عنيفة باردة جافة تهب على المقاطعات الفرنسية الواقعة على البحر المتوسط ) .

الرياح الشرقية ( رياح جافة مثقلة بالغبار تهب من شمالي أفريقيا عبر المتوسط وأوروبا الجنوبية ) ، لها تأثير آخر . هذه الرياح ، رياحا دافئة تتكون فوق منطقة الصحراء الكبرى في شمال أفريقيا ، ثم تهب في اتجاه الشمال نحو البحر المتوسط .

وتعمل معها الرطوبة في طريقها لعصف إيطاليا ، واسبانيا وفرنسا  
وتأتي بأمطار دافئة .

وفي حقيقة الأمر ، تعتبر الرياح الشرقية مثلاً لنوع من  
الرياح يعرف بـ القوة ( وهي ريح حارة جافة تهب من جانب  
شمال جبال الألب ) . وهي تبدأ كهواء رطباً فوق البحر  
المتوسط ، لكنها تلتقي بالرطوبة على هيئة مطر عندما ترتفع فوق  
جبال الألب . ويعمل تأثيرها الدافئ غالباً على إذابة الجليد في  
المنحدرات الشمالية . وتشاهد رياحا من أنواع القوة في أجزاء  
عديدة من العالم .

ربما تكون أكثر الرياح الجبلية إثارة ، هي الرياح  
الشيونكية ، وهي رياح جافة حارة تهب أحياناً هابطة على  
المنحدرات الشرقية من جبال روكي في المنطقة المجاورة للحدود  
الكندية وفي المنحدرات الغربية تسقط الثلوج والأمطار ، التي  
تظهر في المنحدرات الشرقية في صورة رياح جافة حارة . وقد  
سميت نسبة إلى قبيلة الشيونكية من الهنود الحمر ، الذين أشاروا  
إليها بأنها « آكلة الثلج » ، ويمكن أن تسبب تغيرات كبيرة في  
درجة الحرارة - ففي واحد فبراير ، في إقليم البرتا الكندي ،  
ترتفع درجة الحرارة من - ٦ درجات مئوية إلى ٢٥ درجة  
مئوية !



ويمكن أن تسبب الصحارى الجافة في إثارة الرياح .  
ففى ايران ، يمكن أن تحمل الرياح عواصف رملية ضخمة معها ،  
لدرجة تصبح معها الترى جميعها ، مدفوة تماما . ويمكن لرياح  
أخرى أن تجفف المزروعات وتؤدي الى ائعمال الحرائق في  
الشجيرات .

لكننا نرى أيضا تأثيرات مفيدة للرياح ، ويحاول العلماء  
في الوقت الحالى اجراء التجارب ، على امكانية استخدام  
الرياح في الطواحين الهوائية الحديثة ، في مشروع للطاقة البديلة  
لذا ، فعلى الرغم من أن صور الأقمار الصناعية تخبرنا بالكثير  
عن الدور التي تلعبه الرياح في انطقس ، فيمكن أيضا أن  
يكون هذا المصدر القديم للطاقة ، عونا كبيرا للإنسان مرة  
أخرى ، عندما تتناقص موارد الوقود الطبيعي .



## لماذا يحدث كسوف الشمس . . وكسوف القمر ؟

هناك شيئا مغيبا جدا من الاقلام الذى يحدث أثناء النهار .  
فالارض تعتمد بدرجة كبيرة على الشمس واهبة الحياة ، حتى  
ان فقدانها بصورة او باخرى ، يعد اسوا كارثة يمكن ان يتخيلها  
البشر - اسوا ، اسوا بكثير جدا من اندلاع حرب نووية شاملة .

ومع ذلك ، ففى كل عام او نحو ذلك ، تختفى الشمس  
تماما بشكل طبيعى ، من مكان ما من بقاع العالم . وتحدث  
هذه الظاهرة عندما يمر القمر بين الأرض والشمس ويحجبها  
عن الظهور . ويسمى مثل هذا الحدث « بكسوف الشمس » .

وعندما فهمنا هذه الأيام ماذا يحدث ، لم يعد يشكل  
كسوف الشمس أو خسوف القمر مخاوف كبيرة بالنسبة لنا .  
فى حين كان الناس فى الماضى يخشون تماما من حدوث هذه  
الظواهر . وقد رصدت هاتين الظاهرتين لأول مرة بصورة  
تامة فى عام ٧٤٧ ق م . فى بابل ، ومناطق أخرى من العالم

القديم ، كان حدوث كسوف الشمس وخسوف القمر ، من الظواهر التي تنذر بقدوم الكوارث . وتقول الأسطورة الصينية القديمة ، أن الامبراطور ياو عين اثنين من موظفيه لمنع حدوث هاتين الظاهرتين ، وكان يعاقبهما ، أشد العقاب عندما كانا يفشلا في ذلك .

### عبدة الشمس :

كان شعب الانكا في بيرو القديمة ، من الشعوب التي تعبد الشمس ، وكانوا يعتقدون أن كسوف الشمس أو خسوف القمر كارثة : فقد كانوا يعتقدون أن أسدا ممسوخ الهيئة أو حية تحاول ابتلاع الشمس واهبة الحياة بطريقة سرية . وعندما كان يحدث كسوف للشمس ، كانوا يحدثوا ضجيجا يصم الآذان - بدءوا بالصراخ والصياح وفتح النفير ومحارقات الأصداف ، ووصل بهم الأمر الى أنهم كانوا يقتلون الكلاب لجعلها تعوى - حتى يبعدوا هذا الوحش الذي يتلع الشمس .

ويبدو مثل هذا السلوك الخرافي اليوم عملا بدائيا وغيا . ورغم ذلك ، فإن مشاهدة الكسوف والخسوف تسترعى انتباه الناس في كل مكان . وتعتبر تجربة الكسوف تجربة مخيفة . فالأرض تتحول من ضوء النهار الى الظلمة في لحظة . ولا يظهر

مكان الشمس اللامعة المشرقة ، سوى قرص أسود - القمر  
المتداخل - مع دائرة متلاذذ من الضوء الأبيض اللؤلؤ حولها .  
هذه الدائرة هي حالة الشمس .

ويبدو من الأشياء الغريبة جدا ، ان جرما سماويا صغيرا  
جدا مثل قمر الأرض ( الذي يبلغ قطره ٣٤٧٣ كم ) ، يمكن أن  
يحجب تماما نجما ضخما هائلا مثل الشمس ( يبلغ قطر الشمس  
ما يزيد على ١٣٩٢٠٠٠ كم ) . فالسبب في ذلك ، يرجع الى  
المسافة الكبيرة بين الأرض والشمس ( ١٥٠ مليون كم ) ، والى  
حقيقة أنه كلما كان الجرم السماوى بعيدا جدا ، بدا صغيرا .

### الكسوف الكلى :

لذا ، فعلى الرغم من أن قطر الشمس يزيد قليلا عن  
٤٠٠ مرة قدر قطر القمر ، الا أنه يظهر مشابها له في الحجم ،  
لأن بعد الشمس عن الأرض ما بين ٣٦٧ و ٤١٧ مرة بعد القمر  
عن الأرض . وهذا الرقم ليس ثابتا ، لأن مدار الأرض حول  
الشمس ومدار القمر حول الأرض ، ليسا مداران منتظمان  
تماما ( مدار بيضاوى ) . وعندما يكون القمر في أقرب مواضعه  
من الأرض ، يبدو وكأنه بالفعل أكبر قليلا من قرص الشمس ،  
وفي تلك الحالة يمكن أن يحجب الشمس تماما وبدأ يحدث  
الكسوف الكلى .

أن ما يراه الراصدون بدقة أثناء الكسوف ، يعتمد على موقع الرصد الذى يرصدون منه من فوق سطح الأرض . ولا يظهر الكسوف كامل الا فى الأماكن التى تقع على خط مباشر بين الشمس والقمر . وهنا ، ظل القمر ، الجزء المظلم تماما من ظله ، يلمس الأرض ، ويخلق منطقة محدودة يبلغ اتساعها حوالى ٢٤١ كم ، تبدو فيها الشمس محتجبة تماما .

### الكسوف الجزئى :

فى أى مكان آخر ، يكون الكسوف جزئيا ، حيث تبدو حافة واحدة من الشمس مختفية والحافة الأخرى ظاهرة . فى هذه المنطقة ، التى يبلغ اتساعها حوالى ٦٤٣٧ كم ، فإن شبه ظل القمر ، الجزء الأخف من ظله ، يسقط على الأرض . وشبه الظل ، يعتبر أخف لأنه يحتوى على ضوء الشمس ، بينما الظل ، لا يحتوى على أى ضوء من الشمس .

وبطبيعة الحال ، فالتأثيرات لا تبدو مثيرة تقريبا أو مؤثرة ، عندما يكون القمر نفسه فى حالة خسوف . ويحدث هذا عندما يتحرك القمر خلال ظل الأرض . وفى ذلك الوقت ، يختفى القمر تقريبا ، ويترك فقط خطوط واهنة . وحيث لا يصله ضوء الشمس ، فنحن نراه فقط من خلال ضوء الأرض المنعكس الضعيف .

الأقمار الأربعة أو توابع المشتري ، أكبر كواكب المجموعة الشمسية ، تحدث لها الخسوف بنفس الطريقة ، من خلال المرور بظل المشتري . وعندما يرصدوا من الأرض ، يختفي كل تابع وراء المشتري ولا يظهر مرة أخرى الى أن يظهر من الجانب الآخر : بعد ذلك يظهر التابع كبقعة مظلمة صغيرة ، تتحرك عبر وجه المشتري .

### مساعدة الفلك :

كل هذا يجعل فترة الكسوف ذات أهمية خاصة بالنسبة للفلكيين ، حيث يمكنهم هذا الحدث من إجراء أرصادا معينة . حيث تمكن فترات الكسوف من دراسة الأجزاء الخارجية من الشمس وكروموسفير ( الغلاف اللوني - الطبقة الغازية فوق الغلاف الضوئي للشمس ) . ويمكن إجراء دراسات أيضا على الاكليل ( هالة غازية حول الشمس بدءا من الكروموسفير متضائلة نحو الفضاء ) ، وفي الحقيقة ، فائناء الكسوف الذي حدث عام ١٩٦٨ ، وجد أن الاكليل يحتوى على غاز الهيليوم . وتمكن فترات الكسوف أيضا من تصوير النجوم . والبعض منها اقرب من الشمس لايمكن تصويرها بنجاح الا أثناء هذه الفترات .

منذ عام ١٩٣١ ، عندما استخدم الفلكي الفرنسي برنارد لايت (Bernard Lyot) اختراعه لأول مرة ، الكرنوجراف

(مرساة الأكليل - مقراب كاسر لمراقبة الأكليل الشمس) ، أصبح من الممكن دراسة الأكليل الشمس في أوقات غير وقت الكسوف . ومع ذلك ، فإجراء الأرصاد الأخرى ، يجب أن يكون القمر موجودا فيها نطق حائل على الشمس كما هو الحال بالنسبة للكسوف . والا ، فإن الشمس الشديدة اللعان ، ومنطوعها العظيم جدا في السماء لا يمكن من إجراء الرصد .

لذا ففي حين كان الأسلاف يخشون من ظلمة الكسوف ، يحاول الناس في هذه الأيام ترقب تلك الدقائق القليلة من الظلمة في سماء النهار .



## لماذا يعلو ويهبط البحر ؟

في صباح أحد أيام شتاء عام ١٩٥٣ ، استيقظ سكان هولندا على مشهد دمار . فقد أصبحت مناطق شاسعة من الريف الهولندي الرائع الجمال جميعها تحت الماء . وباتت الحقول الفسيحة الممتدة ، التي تنمو فوقها الملايين من ازهار الربيع الجميلة مهجورة تماما - بسبب الرياح العاصفة القوية وللد الربيعي غير المتوقع ، الذي رفع منسوب بحر الشمال ( مساحته ٢٢٠٠٠٠ ميل مربع ، ومتوسط عمقه بالأقدام ٣٠٨ ) ، ثلاثة أمتار عن منسوبه المعتاد . فقد وصلت هناك قوة البحر ومنه النواز الى أسوأ حالاته .

ومع ذلك ، فإن للد والجزر ( ارتفاع ماء البحر « مدا » وانخفاضه في الجهة المقابلة « جزرا » بفعل جنب القمر والشمس ) فوائده أيضا . فهو يعمل كالساعة بالنسبة للصيادين حول العالم ، الذين يحتاجون للماء العالي لمفادرة ودخول الميناء . وتعتمد الموانئ البحرية الكبيرة على ارتفاع وانخفاض الماء لتصرف قنوات الشحن الرئيسية ، وجعلها عميقة بقدر كاف للسفن الكبيرة من أجل دخولها وخروجها . وهم يحتاجونه أيضا من أجل التقاط قفايات المواد العائمة بالقرب من خط

الساحل ، ونقلها إلى المياه العميقة حيث تنحصر إلى قاع البحر  
دون أن تسبب ضرر .

تتقدم البطار وتتقهقر مرتان في اليوم نحو سواحل المحيط،  
تاركة خطا رفيعا من حطام سفينة أو حمولتها الطافية على الماء  
عند المد العالي ، وخط من الأعشاب البحرية الغنية الخضراء  
عند الجزر .

يوم للداخل ويوم للخارج ، هكذا يستمر العلو والهبوط،  
وبالرغم من أنها عملية متوقعة إلا أنها غامضة في نفس الوقت .  
ففي إحدى فترات اليوم يكون البحر منحصرا ، منحسرا جدا ،  
حيث يترك مساحة شائعة مكشوفة من الشاطئ . ولكن عندما  
نعود إلى نفس المشهد بعد ساعات قليلة ، نجد أن الماء قد  
غمر الأقدام في موجة المد .

ما الذي يؤدي إلى هذه الحركة المستمرة ؟

إن الإجابة تكمن في تأثير قوة جاذبية القمر والشمس على  
الأرض .

فعلى الرغم من أن هذه القوى تؤثر على كل شيء في العالم،  
إلا أن تأثيرها لا يمكن ملاحظته على الأجسام الصلبة . ولما  
كانت مياه المحيطات حرة الحركة ، فهي تتأثر بشكل ملحوظ .  
وتعرف هذه التأثيرات بعمليات المد والجزر .

والقمر كما هو معروف أصغر حجما من الشمس ، ولما كان قريبا من الأرض ، فتأثيره عليها أكبر من تأثير الشمس .  
 ففى جانب الأرض الأقرب للقمر ، تنجذب مياه المحيطات ( والبحيرات الكبرى ) بفعل جاذبية القمر نحوه . وعلى ذلك يوجد بروز ( انتفاخ ) للماء - مد - مواجه القمر ، ويتحرك هذا المد حول الأرض أثناء دورة القمر حول الأرض .

ومع ذلك ، فليست الجاذبية هى القوة الوحيدة المؤثرة بين الأرض والقمر . فلو كان الأمر كذلك ، فكنا سنجد فى النهاية أن القمر والأرض قد انجذبا لبعضهما ، وتحطما بشكل مدمر . إلا أن هناك قوة أخرى تعمل على جعلهما متباعدين .

تلك القوة ، هى قوة الطرد . وهى القوة التى تجعل جبلا يتأرجح نحو الخارج ، عندما تديره فوق رأسك وأنت ممسكا بأحد طرفيه ، أو القوة التى تدفعك للخارج عندما تمسك بيد صديق لك محاولا أن تلفه حولك مرات ومرات وأنت واقف فى مكانك ( لعبة شد الحبل ) . فالأرض والقمر يدوران حول بعضهما بنفس هذه الطريقة تماما - على الرغم من أنها أشبه بالدوران حول نفسك مع أخيك الصغير ، لأن حجم القمر أصغر كثيرا من حجم الأرض .

وكما نعرف ، فالقمر لا يهوى من السماء ، مرتطما بالأرض .  
 لأن قوة الطرد تعادل قوة الجذب بين الأرض والقمر . ولذا

فإنحصار في الماء في جانب الأرض المعاكس لوجه القمر يكون انحصارا كبيرا ، تماما مثل المد في الجانب المواجه للقمر . هذا الجزر هو الماء المنحصر بفعل قوة الطرد .

تحدث فترات الجزر ( انحصار الماء ) في مناطق الأرض المتعامدة على اتجاه القمر . وهي المناطق التي يسحب منها الماء ليكون عاليا ( مدا ) في الأجزاء المواجهة لسطح القمر .

يدور القمر حول الأرض مرة كل ٢٤ ساعة وخمسون دقيقة، ويجذب اليه المد والجذر . لذلك ، تحدث فترات المد بصفة عامة مرة كل ١٢ ساعة وخمسة وعشرون دقيقة - أو مرتان في اليوم تقريبا .

### للك والجزر الذي تسببه الشمس :

يعتبر تأثير المد والجزر الذي تحدثه الشمس ، حوالى نصف ما يحدثه القمر . ومع ذلك ، فهي تجذب اليها المحيطات بنفس الطريقة تماما . فعندما يكون جنب القمر والشمس في نفس الاتجاه ، تكون النتيجة مدا عاليا بشكل واضح - وجزرا منخفضا بشكل واضح . هذه الموجات من المد العالى والجزر المنحصر المتطرفة تسمى بالمد الأعلى أو الجزر الأعلى (spring tide) وهو المد الذي يحدث في أول الشهر القمري ومتصفه ) ، ويبلغ طول الشهر القمري ٢٧ يوما

وثلاث تقريبا ، وهى الفترة التى يقضيها القمر ليقوم بدورة كاملة حول الأرض .

وعندما يكون جذب الشمس والقمر متعامدان على بعضهما ( أى أن القمر والشمس والأرض لا يكونون خطا مستقيما ، بل زاوية قائمة ويكون القمر مركز القائمة ) ، فتكون النتيجة مد وجزر قليل غير معتاد . وتسمى هذه الفترات بالمد التريعى (neap tide) ، وهذا المد التريعى يحدث مرتان أيضا خلال الشهر القمري - فى منتصف الفترة تماما بين مدان أعلىين متعاقبين .

وإذا كان العالم فى نسومة كرة البليارد ، بلا يابسة ومغطى تماما بالبحر ، فإن المد والجزر حينئذ سيحدث بشكل منتظم ، ويكون بنفس المقدار فى كل الكوكب . لكنه فى حقيقة الأمر ، ان المد والجزر يتغير بشكل كبير من مكان لآخر . فالمحيط الأطلنطى له فترتان من المد والجزر يوميا ، فى حين أنه فى بعض جزر المحيط الباسيفيكي ( الهادى ) لها فترتان مد يوميا مع فترة جزر قصيرة جدا بينهما ، وبعد ذلك فترة جزر واحدة قوية . وفى جزيرة سانت ميشيل وفى آلاسكا ، تحدث فترة مد واحدة يوميا ، ارتفاع بطيء وهبوط كل ٢٤ ساعة .

ويكون من الصعب فى البطار الأخرى ملاحظة تأثير المد والجزر . وعندما وصل يوليوس قيصر الى بريطانيا ، كان

مندهشا لرؤية المد والجزر التي كانت تعتبر ظاهرة مألوفة .  
فالبحر المتوسط الذي تطل عليه ايطاليا ، يعتبر من الناحية  
العملية خاليا من المد والجزر .

السبب في كل هذا التغير ، هو شكل وحجم وعمق  
المحيطات . وعلى الرغم من أن القمر والشمس تعتبران من  
القوى الرئيسية التي تسبب المد والجزر ، الا أنهما بمجرد أن  
يتحركا ، يندلق الماء هنا وهناك في البحار بطريقة مشابهة تماما  
للماء الموجود في حوض استحمام ضخم . وكل بحر أو محيط  
له ذبذبه الطبيعية التي يترقق حولها الماء اذا ترك حرا -  
مثلا تتذبذب الطلبة بذبذبتها الطبيعية عندما تقرع . وعندما  
تناظر الذبذبة الطبيعية تقريبا جذب القمر ، توجد فترتان مد  
كبيرتان يوميا منتظمتان . وعندما تكون الذبذبة الطبيعية مختلفة  
فان المد والجزر يأتي في فترات مختلفة ويعتبر بصفة عامة أصغر .

تخيل تأرجح أرجوحة ، فاذا دفعتها في الاتجاه الذي  
تأرجح فيه ، فان أرجحها يكون عاليا ، واذا دفعتها في الاتجاه  
المعاكس ، فان أرجحتها تكون صغيرة . وتعمل موجات المد  
والجزر بنفس الطريقة .

تحدث تأثيرات قوية عندما تتدفق موجة مد نحو خليج  
ضيق أو مصب نهر ، عندما تأتي من بحر مفتوح . ففي خليج

فاندى ، خارج نوفاسكوشيا ، على سبيل المثال ، يصل الفرق بين المد والجزر ١٦ مترا . حيث تضطرب موجة مد إطلنطية قوية الى الغور العميق من الخليج ، حيث تزداد فى الارتفاع كلما ضاق الخليج . وتكون هذه الموجة قوية داخل نهر سانت جون ، لدرجة أن مياه البحر تشكل شلالا ذو وجهين ، عندما تبرز من فوق الصخور .

ويوجد مشهد منعم بالحيوية ، يحدث بسبب المد ، يمكن رؤيته خارج جزر لوفوتن فى الترويج . ففى هذه المنطقة تحول القنوات الموجودة بين الجزر موجات المد السرعة الحركة الى جداول دوامية عنيفة ، تسمى بالدردور الهائل أو الدوامة .

#### موجات المد العنيفة المفاجئة :

وفى بريطانيا ، ربما يحدث المشهد الأكثر إثارة لتأثير المد عند مصب نهر سيفرين الذى يمر بمنتصف ويلز ويصب فى قناة برستل . فهنا تلتقى موجة المد القادمة من المياه الضحلة للنهر فى مساحة محصورة من مصب النهر ، لتحث موجة مد عنيفة مفاجئة - جبهة عانية من الماء شبيهة بالعاصف ، تندفع عاليا نحو النهر . وتحدث موجات المد العالية المفاجئة أيضا فى نهر ترنت ( فى بريطانيا ) ، حيث تسمى هناك بالايجرز ( ارتفاع المد بشكل مفاجئ وعنيف ) ، وفى نهر السين بفرنسا تسمى

بـ (Mascarets) بينما تسمى في نهر الأمازون

بـ (Pororocas) •

وأكثر التأثيرات المد اثاره - وخطورة - في كل هذه جميعا ، ليست تأثير مد بالمعنى المحدد ، على الرغم من أن اسمه يوحي بذلك • فالموجات المدية ( التي تعرف أيضا باسمها الياباني - توسامي - هي في حقيقة الأمر ، تحدث نتيجة الزلازل تحت البحر (seaquakes) أو أعاصير عنيفة في أعماق البحر •

ومن المتوقع أن تستخدم في المستقبل حركات المد والجزر في حل مشاكل نقص الطاقة التي يواجهها العالم • فاستخدام قوى البحر ليست بالأمر السهل ، لكنه في مواقع معينة ، يمكن احتجاز حركات المد خلف السدود ، واستخدام المياه بعد ذلك في تشغيل التوربينات لتوليد الكهرباء • يقول المثل القديم : « الزمن والمد لا ينتظران الانسان » ، لكن ربما يأتي اليوم الذي يستطيع فيه الانسان أن يتعلم كيف يستفيد من قوى المد ، تلك الطاقة الوفيرة غير المتوقعة ، التي تراكم كل يوم أمام شواطئ العالم •



## هل تغير الرياح شكل الصخور ؟

أبو الهول العظيم الذى يقف شامخا فى صمت بين الصحارى المصرية ، يبدو اليوم تمثالا مختلفا عن ذلك التمثال الذى أقامه الفراعنة منذ قديم الزمان . فعندما أقامه الفراعنة لأول مرة كان يبدو أكثر الأثرة وبروعة عن هذه الأيام . فعلى مدى قرون عديدة بلبت الرياح ملامحه التى كانت ذات يوم ملامح حادة .

فلم يكن التأثير السيئ الذى شوه أبو الهول ، نتيجة فعل انسان همجى ، أو تأثير كيميائى للماء أو الحمض . لقد كان العامل المسئول عن هذا التأثير السيئ هو الرياح .

ولكن كيف يمكن لصخر صلب ان يتأثر بشئ ضعيف كالرياح ؟

ان العملية تشبه تماما ذلك العمل الذى يقوم به صانع آلات موسيقية ماهر ، عندما ينعم ويشكل قنارة من صلب يديه . فحييات الرمل التى تذررها الرياح ، تؤثر بنفس الطريقة التى تؤثر بها الصفرة التى يستعملها صانع الآلات الموسيقية الماهر .

فتأثير البرى بفعل الرمال الذى يستمر سنة بعد أخرى ،  
يمكن أن يخلق أشكالا رائعة ، وأنماط غير مألوفة . ففى الوادى  
الخالد فى يوتاه بالولايات المتحدة ، على سبيل المثال ، أحدث  
ملايين السنين من التعرية بالرياح ، أعمدة خارقة للطبيعة من  
الأحجار الرملية الحمراء ، التى يصل ارتفاعها الى ٣٠٠ مترا .

فالتعرية بواسطة الرياح تحدث فى كل مكان - طالما  
كانت رياح تهب . لكنها تبدو أكثر وضوحا فى المناطق  
الصحراوية الجافة . وفى أماكن أخرى ، تكون التعرية بواسطة  
الماء أكثر تأثيرا مما تحدثه الرياح ، كما توقع بطبيعة الحال .

فكلما كانت الرياح قوية ، كان احتمال التعرية أو البلى  
أكبر فى الحدوث ، وتعتبر المناطق الصحراوية ، ذات شهرة رديئة  
بسبب رياحها المزعجة الجافة الشديدة . وعلى سبيل المثال ،  
توجد فى أمريكا الشمالية الرياح الشمالية الباردة التى تسمى  
الهارماتان ( رياح محملة بالغبار ) ، تستطيع حجب الرؤية عن  
الريف لمئات الكيلو مترات بالغبار الخاق ، ويمكنها أن تمنع  
الطائرات من الهبوط . وكذلك الحال بالنسبة لتأثير رياح  
السيروكو ( وهى الرياح الجافة المثقلة بالغبار التى تهب من  
شمالى أفريقيا عبر المتوسط وأوروبا الجنوبية ) .

وتحدث أحيانا بعض أعنف الهواء سريعة الدوران ، وهى  
غبار شيطاني عنيف على وجه الخصوص . ففى شمال السودان ،

يفزع المسافرون غالباً عند رؤية هذه العواصف الترابية . ولكن حتى ان لم يهب هذا الغبار الشيطاني ، فالصخراء تعصف على الدوام بالرياح من أى نوع .

تحرك هذه الرياح حبيبات الرمال ( حبيبات يصل قطرها الى نصف المليمتر ) من خلال ثلاث غليات . الأولى ، هناك الرمل الذي يحمل الى انحاء بواسطة « التعليق » ، حيث اصطلح على تسميته بذلك الاسم . وبعد ذلك تتحرك بعض الرمال على الأرض بما يسمى « بالزحف السطحي » ، وأخيراً هناك « الوثب » أو « الرقص » ( saltation ) .

واللفظة ( saltation ) ليس لها علاقة بكلمة ( salt ) بمعنى ملح . وبدلاً من ذلك ، فتعني كلمة « الوثب » . وهذا ما يحدث بالضبط عندما تهتز حبيبات الرمل الرفيعة خلال مسارها . ويمتص الرمل في الهواء بواسطة فعل رياح قوية ، فترتفع الحبيبات بسرعة وتصل الى سرعات عالية نسبياً - بضعة أمتار في الثانية الواحدة - قبل أن تسقط على الأرض . وتظل حبيبات الرمل الناعمة فترة طويلة محمولة في الجو ، في حين أن الحبيبات ذات القطر الأكبر تسقط بسرعة . وعندما تسقط هذه الحبيبات الى الأرض تصطدم بها وتثير بعض الحبيبات الأخرى الواقعة على الأرض ، ولذلك تصبح بدورها مدفوعة بواسطة الرياح . وعلى ذلك تنشأ حركة مستمرة

بواسطة الحبيبات التي تسقط على الأرض وتثير حبيبات أخرى  
للمصود للجو .

ويصبح من السهل في المناطق الصحراوية ، التعرف على  
المكان الذي تأتي منه هذه الرمال . فهي تندفع من الأرض بخفة .  
لكن هذه هي نصف الاجابة فقط - فمن أين تأتي الرمال  
الموجودة على الأرض بادىء ذي بدء ؟

تأتي معظم هذه الرمال نتيجة تفتت الصخور  
الكبيرة . بينما تتكون الحبيبات الصغيرة أساسا  
من الاختلاف الشديد في درجات الحرارة السائدة في معظم  
المناطق الصحراوية . ففي أثناء النهار يكون الطقس حارا ، وفي  
الليل يصير الطقس شديد البرودة . وبتغير درجة الحرارة ،  
تحدث عمليات التمدد والانكماش للصخر على التوالي ، وبعد  
سنوات عدة يتشقق الصخر في النهاية . وبواسطة تأثير الغبار  
المحمول جوا تنكسر الصخور بالجملة .

ومن خلال دراسة الأشكال الناتجة ، وأنماط الرياح التي  
تهب في المناطق الجافة ، استطاع العلماء أن يكتشفوا أن تآكل  
الرياح تعمل بطريقتين . أولهما ما يسمى بالتآكل  
(deflation) - رفع وحمل حبيبات الرمل - التي غالبا  
ما تظف وراء مساحات كبيرة مغطاة بالزلط والحصى ، بحيث  
يصبح من الصعب أن توفىها الرياح لكبر حجمها .

## سفع الرمل الطبيعي ؛

النوع الثاني من التعرية يسمنع بالسفع (abrasion) ويحدث بشكل طبيعي خلال المتر الأول أو نحو ذلك من سطح الأرض ، حيث ترتفع الرمال من الأرض بالوثب (saltation) ويعمل الرمل الذي تحمله الرياح ، بطريقة مشابهة لطريقة الصنفرة المستخدمة لتنظيف المباني القديمة ، فينحت ما تحت الصخور ، ويأتي بأنماط وأشكال مصقولة ، تبدو وكأنها شكلت بواسطة نحات حجر عملاق .

ويتكون نتيجة هذه العمليات منظرا طبيعيا رائعا ، مثل ذلك المنظر الطبيعي الموجود في برايس فاشونال بارك في يوتا بالولايات المتحدة ، بتماثله القريبة المنحوتة من الأحجار الرملية والجيرية . وفي كل مكان آخر في أمريكا ، سواء في تكساس أو أريزونا - موطن الكاوبوي - يمكن مشاهدة تكوينات الصخور المدلالة التي شكلتها الرياح .

تحتاج الرياح لآلاف السنين حتى تستطيع أن تعرى طبقات من صخر عملاق . ومع ذلك فهي تستطيع أن تشكل المنظر بصورة سريعة جدا في المناطق الرملية ، عن طريق هبوب الرمال في الكثبان الرملية دائمة الحركة .

ففي هذه الصحارى ، حيث تهب الرياح عادة في اتجاه واحد ، ولا تغطي الرمال سطح الأرض كلها ، فإن أكثر أشكال

الكثبان المألوفة هي الكثبان الهلالية أو البرشاني ،  
فالانهادات الخفيفة المتوجة هي التي تواجه الرياح ،  
أما الحواف الجانبية فتكون شديدة الانحدار الذي تسقط  
أسفله الرمال بعد أن تكون قد هبت للظف بفعل الرياح .  
ومع استمرار سقوط الرمال على الحافة ، تتحرك الكثبان كلها  
للأمام . يوم هنا ، ويوم هناك . وعندما تصل هذه البرشمانات  
الى أقصاها ، يمكن أن يصل طولها الى أربعمئة مترا وارتفاعها  
ثلاثون مترا .

عندما تهب الرياح في جميع الاتجاهات في الصحراء ،  
تشكل نوعا آخر من الكثبان ، الذي يتخذ شكل موجة طويلة  
مستقيمة - كثبان السيف (self) . وتكون هذه الكثبان  
عادة محدودة الاتساع ، في حين يمكن أن يمتد عرضها بضعة  
مئات من الأمتار .

وتعتبر الكثبان الرملية من نوع السيف ، أكثر ثباتا من  
كثبان البرشان . وفي اقليم كرفدان ، يقوم المزارعون باقتلاعها  
هناك . ويمكن أن تمتد الى مساحات شاسعة ، يبلغ طوله مئات  
من الكيلو مترات وارتفاعها مائة وخمسون مترا .

والطريقة التي تكون بها الرياح كثبان السيف غير مفهومة  
تماما . هل تتكون من خلال فعل عاصفتان لولبيتان تتفاعلان مع  
بعضهما في حركة متناغمة ؟ أو أنها تكوّن من الرياح التي تهب

في عدة اتجاهات ، وتكون المحصلة نظاما معقدا من الرياح المتعامدة .

وبالطبع ليست الرياح هي الوحيدة التي تهب في المناطق الصحراوية . وليست هي الوحيدة الموجودة هناك التي تحمل الحبيبات المحمولة بالرياح . ففي كل مكان توجد ذرات دقيقة من الأجسام الصلبة تسبح على الدوام بفعل الرياح ، كما نعرف جميعا عندما تطرف أحد عيوتنا .

وحيثما وجد الماء فالنباتات تدق جذورها في التربة ، وتعمل على تماسك حبيبات التربة ببعضها ، بحيث لا يمكنها أن تهب بعيدا ، ولا تذروها رياح التعرية .

ومع ذلك ، فأعمال الحرث غير الواعي في أراضي العشب الجافة ، يمكن أن يزيل النباتات التي تثبت التربة ، ويمكن أن تهب حبيبات التربة الى مناطق بعيدة في سهولة تامة . وهذا ما حدث في أوكلاهما بالولايات المتحدة في فترة الثلاثينيات ، الذي نتج عنه منطقة سيئة السمعة من كثرة الجفاف والعواصف القبارية - فتكونت صحراء في منطقة خصبة . فمن غير المألوف تماما ، تجاهل قوى تعرية الرياح .





## أين اكتشفت معظم الحفريات ؟

امتدت دراسة الصخور العلماء بقدر كبير من المعرفة عن تاريخ الأرض قبل وبعد نشأة صور الحياة المختلفة فوق سطحها وداخل بطارها .

وفي الحقيقة ، تعتبر الأرض نفسها أقدم من أقدم الصخور ، وأقدم الصخور تعتبر أقدم من صور الحياة الأولى .

ومع ذلك ، فصور الحياة بأى عدد ، بدأت منذ ستة ملايين سنة ، في عهد الحياة الأول ، الذى يعرف بالدهر الباليوزوى ، حيث اكتشفت فى صخور هذا الدهر الحفريات الأولى .

وقد وجدت كل الحفريات تقريبا فى الصخور الرسوية . وتكون الصخر الرسوبى ( عندما لم يكن البحر يغطى الصخر ) ، من انشقاقه بفعل الرياح ، والمطر والثلج ، وحملت الرياح أو المياه بدورها الجزيئات الناتجة الى أماكن بعيدة . وعندما يتوقف تدفق نهر لآى سبب من الأسباب الطبيعية ، ترسب الجزيئات الكبيرة وتحمل الجزيئات الصغيرة مع التيار ، وعلى

مدى قرون ، تلتحم الجزئيات المتشابهة الحجم ببعضها ويتكون منها الصخر الرسوبى .

ومع ذلك ، فالتغيرات التى تحدث فى الطقس أو فى منسوب المياه ، التى تكون فيها الصخر الرسوبى ، تغير من حجم ولون الجزئيات . وتكون النتيجة طبقات متعددة — وهى ظاهرة غالبا ما نراها فى سفح الصخور .

وتقدم لنا الحفريات الوسيلة الوحيدة لدراسة صور الحياة الأولى ، لذا فمن الضرورى هنا أن نعطي فكرة عن ماهية الحفريات ، وكيف جاءت الى الصخر الذى اكتشفت فيه الحفيرة .

عندما كان العالم فى بداية نشأته ، كان وقتا عصيبا لكل صور الحياة . فالزلازل والعواصف الشديدة والتغيرات العنيفة فى المناخ ، كانت جميعها تقصر صور الحياة على الدوام وقد كانت تقع الكوارث فجأة . فكل الطين والرمال وبقايا الأسماك المدفونة ، والحيوانات والحشرات والنباتات والأشجار . المزيد والمزيد من المواد بما فيها الصخور ، سرعان ما تكونت فوق مقبرة مائية رخوة . وولد تراكم المواد ضغطا ، جل من الحطام المحيط بالأنشياء المدفونة يتصلب .

## عملية الاستحجار (Fossilisation) :

في داخل تابوت الصخر الطبيعي ، بدأت تتحلل المواد التي كانت حية في يوم من الأيام . فذرات السيليكا الدقيقة ، تسربت داخل الفجوات المتروكة ، محولة اياها الى نسخة مطابقة من الحجر الصلب للمحار والديدان والحشرات وأوراق الشجر وحتى الحيوانات الكبيرة . ان الذي حدث هو ان عملية الاستحجار قد تمت .

ومع ذلك ، هناك عددا من الأنواع المختلفة من الحفريات . وسوف نصف البعض منها الآن .

أولا - هناك جسم الحفريّة . ويعتبر هذا شيء مثير ، حيث تبين لنا أجزاء من حيوان يختلف اختلافا طفيفا عن مثيله في الحياة الحقيقية .

فقد يفرق الحيوان أو ينجرف نحو مصب نهر من خلال جريان الماء السريع . وعندما تأخذ المياه في التباطؤ شيئا فشيئا ، يسقط جسم الحيوان الثقيل في طمي القاع ، وتتراكم فوقه المزيد من الطمي الى أن يدفن تماما . ومع ذلك ، تتآكل الأجزاء الرقيقة من جسم الحيوان الى أن تبقى منه الأجزاء الصلبة .

فقط ( هيكله العظمى ) • وعندما تظهر الأجزاء الضلابة تنقبض  
محمية ، وعندما تحدث لها التغيرات الكيميائية تكون عملية  
الاستحجار قد تمت •

ثانيا - هناك قالب الحفرية • ذلك الجسم الذى دفن  
داخل الطمي وتحجرت حوله • حيث تدخل قطرات الماء داخل  
شقوق الصخر ، وتظل الأشياء المدفونة ، ولا تترك ورائها  
سوى أشكالها • هذا الشكل الذى يستخدم كقالب ، يعطينا  
صورة الجسم الأصلى بتفاصيل واضحة تماما •

ثالثا - الشكل الحفرى • وهذا هو التكوين الطبيعى لأى  
حفرية متكونة من قالب الحفرية •

رابعا - هناك الشكل الداخلى • فالصدفة قد تملأ  
بالطين قبل أن تختفى • ويتصلد هذا الطين بمد ذلك ويظل  
كنسخة مطابقة سليمة للصدفة الأصلية •

### اكتشاف :

ويتم اكتشاف الحيوانات المتحجرة فى الصخر الرسوبى  
أحيانا ، عندما يبرز عن منسوب سطح الماء ، نتيجة التغير فى  
منسوب الأرض أو لحدوث تغير فى منسوب الماء •

ويتمت الصخر بعد ذلك ، اما بواسطة الماء أو الانسان ،  
أو عند حفر محجر أو انشاء طريق . وكانت أحد هذه  
الاكتشافات لحفرتي قيل منقرض ، أثناء عملية تحجير من محجر  
في منطقة ايفرلى باسكس بجنوب شرق بريطانيا . والشئ المثير  
في هذا الاكتشاف ، هو أن الحفريات التي اكتشفت ، كانت  
شبيهة تماما من بعضها بالرغم من أن كل منها ينتمي الى حقبة  
زمنية مختلفة . وكانت احدهما للماموث الصوفي ، من عصر  
الجليد البليستوسيني ، والأخرى لفيل من الأفيال ذات الأنياب  
المستقيمة ، من زمن أدفا كثيرا ، يرجع الى عدة مئات من  
السنوات الأخيرة .

### ثلاثيات النصوص للنقرضة :

ومن بين الحفريات البدائية ، توجد حفريات ثلاثيات  
النصوص . فقد كان هناك عدد من أنواع مختلفة من ثلاثيات  
النصوص - ومن بينها المفصليّة الشبيهة برأس الفراولة ،  
والمفصليّة الشوكية والمفصليّة ذات الرأس الدولفيني .

عاشت ثلاثيات النصوص منذ قرابة خمسمائة مليون سنة ،  
زاحفة نحو قاع البحر ، وسابحة الى السطح لتغذى على  
الأعشاب الطافية . وكانت لأجسامها أخدودان من الرأس الى

الذيل ، لذا جعلتها تظهر في ثلاثة قطاعات • وهذا يعلل كلمة ثلاثى التى تطلق عليها ( ثلاثيات الفصوص ) •

وبما أنها مخلوقات حية ، فقد كان لها أرجل عديدة أو مجسات • وكان لها أيضا رؤوس صلبة وأجسام مدرعة • والبعض منها أيضا كانت له عيون واسعة - بالرغم من أن المفصليات التى كانت تسكن داخل الأحجار ، كانت غالبا عمياء •

والأحياء المماثلة فى الشكل للمفصليات هى السرطانات ، ولكن عندما ظهرت السرطانات لم يعد للمفصليات وجود •

ومع ذلك • فقد تغيرت العديد من المخلوقات البحرية التى عاشت فى الماضى ، كما كشفت لنا عنها الصخور من خلال حفرياتها ، تغيرا طفيفا عن الوقت الحالى • ومن هذه المخلوقات ، قنديل البحر والديدان ونجم البحر وخيار البحر • تعتبر الصخور ذات قيمة مهمة بالنسبة للإنسان المعاصر • فهى تبين صور الحياة التى نشأت على الأرض فى الماضى ، وتغيراتها على مدى القرون - وربما الشئ الأكثر أهمية من هؤلاء جميعا - تقدم بعض التفسيرات لما قد يحدث فى المستقبل •

العصر الحديث الأقرب والعصر

الزمن الحاضر

الحديث

منذ ملايين ماضت من المئتين

٣

العصر البليوسيني ( ٩ مليون )	العصر الكيبتوزوني	١٢
العصر الميوسيني ( ١٣ مليون )		٢٥
العصر الأليجوسيني ( ١٥ مليون )		٤٠
العصر الأيوسيني ( ٣٠ مليون )		٧٠
العصر الكرتاكوسى ( ٦٥ مليون )	العصر الوسطى	١٣٥
العصر الجيوراسيكي ( ٤٥ مليون )		١٨٠
العصر الترياسيكي ( ٤٥ مليون )		٢٢٥
العصر البرمائي ( ٤٥ مليون )	العصر القديم	٢٧٠
العصر الكربوني ( ٨٠ مليون )		٣٥٠
العصر الديفونيائي ( ٥٠ مليون )		٤٠٠
العصر الفضى ( ٤٤ مليون )		٤٤٠
العصر الأوردفيشى ( ٦٠ مليون )		٥٠٠
العصر الكمبرى ( ١٠٠ مليون )		٦٠٠

يوضح الجدول المقياس الزمني للعصور الحياتية منذ  
٦٠٠ مليون سنة وحتى وقتنا الحالي . وكل من العصور  
فيما عدا فترة العصر الحالي ، قد قسمت إلى فترات ، وتوضح  
أسماء هذه الفترات في الغالب المكان الذي اكتشف فيه الصخر  
لأول مرة - على سبيل المثال ، العصر الكمبري ، اكتشف في  
ويلز بإنجلترا .



## كم يبلغ عمر الأرض ؟

فكرة كروية الأرض ، فكرة أوجى بها لأول مرة الفكر الاغريقى  
فيثاغورث في القرن السادس قبل الميلاد ، لكن تلك الفكرة لم تتحقق  
الا منذ سنوات قليلة عندما استطاع الانسان ان ينظر الى الأرض  
من الفضاء وان يرى بنفسه كوكب الأرض الذى تلفه السحب .

وان كانت الأرض كروية - أو شبه كروية ، فهى فى  
الحقيقة جسم شبه كروى تقريبا ، مفلطح عند القطبين .

لكننا يجب الا نبالغ فى هذا التفلطح . فاذا كانت  
الأرض فى حجم كرة قدم ، ووضعت فوق مائدة أمامك ،  
فلا يمكنك أن ترى أى تفلطح من أعلاها وأسفلها : فستبدو على  
أها كرة سليمة . وبنفس مقياس الرسم ، فان كتل اليابسة  
العالية مثل جبال الهيمالايا ، سوف لا تكون أكثر من طبقة  
دهان فوق كرة قدمنا : وسوف تكون أعق الترسبات الموجودة  
بالمحيطات ، شروخا غير مرئية تقريبا على سطح الدهان .

ان بنية الأرض تتكون من ثلاث طبقات أساسية . الطبقة

الخارجية ، القشرة ، وهى طبقة رقيقة جدا : يتراوح سمكها ما بين ٣١ كيلو مترا تحت القارات ، الى ٥ كيلو مترات فقط أسفل المحيطات . وأسفل القارات ، تتكون قشرة الأرض من طبقتين من الصخور .

الطبقة العليا ، وتسمى بالسيال ، وتتكون من صخور مثل الجرانيت . وتستقر طبقة السيال على طبقة أكثر من الصخور مثل البازلت - السيماء . تمتد هذه الطبقة الكثيفة أسفل محيطات الأرض ، وهذا هو السبب فى أن قشرة الأرض رقيقة هناك . ويعتقد الجيولوجيون أن طبقة السيال تطفو فوق الطبقة الأكثر كثافة ، السيماء . وقد تصل درجات الحرارة فى عمق القشرة الأرضية الى ٨٧٠ درجة مئوية .

ويوجد تحت القشرة الأرضية طبقة أكثر سمكا تسمى بالدثار ( غلاف اللب الأرضى ) ، تلك الطبقة التى لن يصل اليها الانسان أبدا ، حتى من خلال أعمال حفرة العميقة جدا . وقد وصل قلب البحر الى عمق حوالى ثمانية كيلو مترات ، خلال أعمال البحث والتنقيب عن البترول . ويبلغ سمك طبقة الدثار ٢٨٠٠ كيلو مترا ، وتشكل حوالى ثلاث أرباع سمك الأرض . وتتكون هذه الطبقة من صخور صلبة ، عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٨٧٠ درجة مئوية بالقرب من القشرة الى ما يزيد على ٢٢٠٠ درجة مئوية عند أقصى أعماقها .

ويقع أسفل طبقة الدثار ، لب الأرض وهو كرة ضخمة ،  
تتكون من حديد منصهر تحت ضغط هائل - ربما يصل الى  
٢٠٠ طن على البوصة المربعة . وهذا اللب المركزى ، هو  
مركز المجال المغناطيسى للأرض ، حيث يولد الحديد السائل  
بداخله كهربيته الخاصة .

ولا يعرف سوى القليل جدا عن ذلك اللب الصامس ،  
والطريقة الوحيدة التى يستطيع العلماء الحصول منها على  
معلومات عن مركز الأرض ، هى من خلال دراسة موجات  
الزلازل التى تنتقل عبر كوكبنا .

### طبقات الأرض :

إن تاريخ الأرض محفوظ بين الصخور تحت أقدامنا .  
فعلى مدى ملايين تلو ملايين من السنين ، تشكل الصخر الذى  
تتكون منه قشرة الأرض وأعيد تشكيله مرة أخرى . ونجم عن  
هذا التغير الدائم ، طبقات من الصخر تسمى بالاستراتا ( أى  
الطبقات ) التى غالبا ما نراها فى وجه الجروف الصخرية - عبارة  
عن طبقات من الصخور ذات أعمار مختلفة ، إقدهما فى قاع  
الصخر وأحدثها فى قمة الصخر .

تحمل طبقات الصخر العديد من الحقائق ، التى يمكن أن  
تعطى الجيولوجيون فكرة عن ماضى الأرض فى المنطقة التى  
يجزى دراستها - حقائق مثل المواد الكيميائية التى تتكون منها

الصخور في كل طبقة ، والخفريات الموجودة في الطبقات ، وسماك  
الطبقات نفسها . فلا توجد شريحتان من طبقة القشرة الصلبة  
متماثلتان تمام التماثل .

وقد اكتشف الجيولوجيون من خلال دراسة طبقات الصخر  
المتعاقبة ، أن الحياة قد بدأت بأشكال بسيطة رخوة ، كانت  
باعثة على المزيد والأكبر من النباتات والحيوانات المعقدة . في  
حين تمت التكوينات البسيطة للحياة في وقت متأخر تماما من  
تاريخ الأرض . ويعتقد العلماء أن عمر الأرض يبلغ حوالى  
٤٦٠٠ مليون سنة ، وحوالى نصف ذلك الزمن قد مر قبل ظهور  
الحيوانات الأولى في البحار .

فضلال الثمانين مليون سنة للعصر الكربوني ، التى بدأت  
منذ حوالى ٣٠٠ مليون سنة ، تجت عروق هائلة من الفحم ،  
تكونت من بقايا النباتات المتعطنة والمنضغطة ، وعندما تكون  
الفحم ، لم تكن الديناصورات قد ظهرت فوق سطح الأرض .  
فلم تتطور الا فى العصور الترياسية ، منذ حوالى ٢٢٥ مليون  
سنة ، وقد اقترضت منذ فترة طويلة جدا ، قبل أن تظهر أسلاف  
الانسان الشبيهة بالقرود على وجه الأرض .

**نشأة كوكبنا :**

وجتى اليوم لا يستطيع أحدا أن يجزم تماما ، كيف نشأت  
الأرض . فمنذ فجر التاريخ وضع الناس نظريات عن نشأة

الأرض . لكنه في ضوء المعلومات الأخيرة ، تبرهن الاحتمالات على أن الأرض قد نشأت منذ بلايين السنين من سحب غازية وغبار كوني يدوران بسرعة حول الشمس ، التي كانت في ذلك الحين نجما وليدا . ويحتمل أن تكون تأثيرات الكهربية الامتايكية ، وبعد ذلك الجاذبية ، ساعدت على تجميع جزئيات الغبار مع بعضها ، وبالتالي استطاعت أن تكون جسما كبيرا هو الأرض . والحرارة التي نشأت نتيجة تكون الأرض ، كونت قشرة حول الأرض ، منذ حوالي ٣٩٠٠ مليون سنة تقريبا . وقد اعتبر هذا التاريخ ، بداية التاريخ الجيولوجي للأرض .

### ساعة التوقيت على العالم :

إذا كتبت فترة وجود العالم الى اثني عشر ساعة على ساعة الجائط ( منه ) : فسوف يتبين أن معظم الأحداث التي ساهمت في ظهور الوقت الحاضر ، قد حدثت في الخمسائة مليون سنة الأخيرة ، أو الساعة الأخيرة في ساعة الجائط والأرقام المعطاة هي بطبيعة الحال ، أرقاما تقريبية .

١ - منذ ٤٦٠٠ مليون سنة : يعتقد العديد من العلماء ان الأرض قد نشأت منذ هذا الزمن .

٢ - منذ ٣٩٠٠ مليون سنة : تكونت الصخور القديمة التي اكتشفت على سطح الأرض اليوم في هذه

الفترة ، وكان لا يزال الغلاف الجوى في مرحلة  
تكوينه .

٣ - منذ ٣٣٠٠ مليون سنة : تكونت الحياة النباتية  
الوحيدة الخلية البدائية .

٤ - منذ ٣٠٠٠ مليون سنة : يعتقد أن الصخور الخارجية  
في هيردز باسكتلندا ، قد تكونت منذ تلك الفترة،  
والتي تعرف بالصخر اللوزياني .

٥ - منذ ٢٥٠٠ سنة : ظهرت حياة الحيوانات وحيدة  
الخلية في البحار .

٦ - منذ ١٦٠٠ - ١٨٠٠ مليون سنة : نشأ الوادي  
الضيق العظيم في ولاية كلوراده بأمريكا .

٧ - منذ ٦٩٠ مليون سنة : نشأت الاسفنجيات وقناديل  
البحر والمرجان .

٨ - منذ ٥٧٠ مليون سنة : ظهر غلاف جوى للأرض  
مشابه لما هو موجود حالياً .

٩ - منذ ٤٧٠ مليون سنة : ظهرت الأسماك البدائية .  
١٠ - منذ ٤٣٥ مليون سنة : ظهرت أسماك القرش  
والشفنين .

إذا رغبنا في التعرف على التفاصيل الإيضاحية لتطور الحياة خلال هذه الساعة الأخيرة - التي تعتبر بالنسبة لنا ، المرحلة الأكثر أهمية في نشوء الأرض - ولذا فعلينا أن تتبع عرق الدقائق في الساعة •

١ - الإنسان الحديث ( الإنسان بمصنفه كائنات بيولوجيا ) ،  
قد وجد على ظهر الأرض ، منذ حوالي ٤٠٠٠٠ سنة  
أو ما يثل بالنصف الثانية الأخيرة من مقياسنا  
الزمني ، الذي يبين الزمن بالدقائق ( الحلقة  
الخارجية ) والثواني في الحلقة الداخلية • ويعتبر  
هذا زمنا قصيرا جدا بالنسبة لنشوء كوكب الأرض •  
حيث يعود التاريخ الذي تقع فيه الحضارات الأولى ،  
كالحضارة المصرية القديمة الى ٦٠٠٠ عام فقط ،  
الذي يعتبر جزءا من الثمانية عشرة جزءا من الثانية  
الأخيرة من ثواني مقياس زمن ساعة الحائط •

٢ - منذ ٣٠ مليون سنة : ظهر الكنغر ، القندس ، وحيد  
القرن ، الأيل ، ونشأت في جبال الهيمالايا •

٣ - منذ ٤٠ مليون سنة : ظهور الرئيسيات البدائية •

٤ - منذ ٥٠ مليون سنة : ظهرت الأرانب القوارض ،  
الفقمة ، والحياتان •

٥ - منذ ٦٥ مليون سنة : عصر الديناصور يشهى • بدء  
تكون جبال روكى فى أمريكا الشمالية •

٦ - منذ ١٠٠ مليون سنة : بدء ظهور الحيوانات ذات  
الجراب ( الحيوانات التى بها جيوب لصغارها ) •

٧ - منذ ١٤٠ مليون سنة : بدأ يتشكل جنوب المحيط  
الأطلسي •

٨ - منذ ١٨٠ مليون سنة : بدأت اليابسة فى الاتصال  
إلى قارات •

٩ - منذ ١٩٥ مليون سنة : ظهرت الثدييات الأولى  
وظهرت الطيور ، جنباً إلى جنب مع الديناصورات •

١٠ - منذ ٢٠٠ مليون سنة : بدأ ظهور عصر  
الديناصورات •

١١ - منذ ٢٢٠ مليون سنة : بدء تكون سلسلة جزر  
انجيترا •

١٢ - منذ ٣٠٠ مليون سنة : بدء تكون الفحم •

١٣ - منذ ٣٣٥ مليون سنة : ظهور الزواحف •

١٤ - منذ ٣٤٥ مليون سنة : تكون جبال الكالدونية



باسكتلندا ، متكونة أساساً من الحجر الرملى  
الأحمر .

١٥- منذ ٣٧٠ مليون سنة : ظهور البرمائيات ، يعتقد انها  
كانت مخلوقات بحرية ، وتركت المستنقعات المائية  
لتغذى على الأراضى المخضرة .

١٦- منذ ٣٨٥ مليون سنة : ظهرت نباتات فوق الأرض ،  
وكانت ذات كتل كبيرة . وعندما تقابل البحر  
باليابسة ، نشأت مستنقعات كبيرة .

من الجدير بالملاحظة أن عصر الديناصور ، قد دام لفترة  
١٥٠ مليون سنة . فعلى الانسان أن يعيش لمدة ١٤٩ مليون سنة  
أخرى ، اذا كان عليه أن يتماوى بعصر الديناصور .



## متى تكونت القارات ؟

تقع معظم مناطق اليابسة فوق سطح الأرض شمال خط الاستواء - لكنها لم تكن كذلك دائما . فعلى مدى الـ ٤٢٠ مليون سنة الماضية ، عندما بدأت الصور الأولى للديناصور تجول في انحاء العالم ، كانت كل بقاع الأرض متصلة ببعضها في كتلة ضخمة ، امتدت من القطب الشمالي الى القطب الجنوبي ، ومنذ ذلك التاريخ ، بدأت تلك القارة العملاقة تنقسم الى قارات ، كما نعرفها في الوقت الحالي .

في عام ١٩١٢ ، اقترح الجيولوجي الألماني ألفريد فجنر أن القارات كانت في الأصل قارة واحدة ضخمة ، تسمى « بانجيا » التي تعني بالاعريقية أم القارات وقد أتى بدليل يبين أنه منذ حوالي مائتي مليون سنة ، بدأت البانجيا في التشقق . وكان فجنر يعرف أن قشرة الأرض تتكون من نوعين رئيسيين من الصخور - كتل كبيرة من الصخر المعروف بالجرانيت ( القارات ) التي انضمت في صخر أكثر كثافة وهو البازلت . وقد تصور فجنر قارات الجرانيت على أنها أرمات ( أطواف )

طافية على قشرة انبازت ، وقد برهن على أن القارات تنجرف  
ببطء . وفي حقيقة الأمر ، فنحن نعرف الآن ان حركة القارات ،  
هي حركة بطيئة بالفعل - ما بين سنتيمتر واحد الى ١٢ سنتيمتر  
في السنة .

وعلى مدى عشرين عاما ، ظل العلماء ينظرون لأفكار  
فجر بارتياح شديد ، ومع مرور الوقت ، ظهرت أدلة جديدة  
تؤيد انزياح القارات . فإذا قارنا شكل سواحل غرب أفريقيا  
بسواحل شرق أمريكا الجنوبية ، يتضح أنهما قد انفصلا عن  
بعضهما في يوم ما . وإذا وضعت القارات في موضع المقارنة ،  
ليس من ناحية حدود السواحل ، ولكن من عند مراكز الرفوف  
القارية تحت البحر ، فلا يزال التوائهم موجودا . فقد كانت أمريكا  
وأفريقيا ذات يوم متصلتان ، أي كتلة واحدة .

وقد اكتشف أيضا أن تكوين الصخور في أجزاء شرق  
أمريكا الجنوبية تتطابق تماما مع تكوينات الصخور في غربي  
أفريقيا . وقد ساعدت نظرية الانجراف القاري أيضا في تفسير  
الصلة الوثيقة التي تربط بين أنواع الحيوانات في الأراضي  
التي يفصلها الآن المحيط الأطلنطي .

وبمرور الزمن ، تزعزعت القارات مسافات شاسعة .  
ومن خلال فحص الحفريات الموجودة بالصخور ، وبواسطة

وسائل أخرى ، يستطيع العلماء الآن أن يرسوا مخطط لتاريخ مناخ منطقة ما .

وقد عرفوا ، على سبيل المثال ، أن الأتاركتيكا كانت تقع في أحد الأزمئة في المنطقة المدارية ، وكانت تقع أمريكا الشمالية على خط الاستواء . وبقياس اتجاهات المجال المغناطيسي المثبتة في صخور ذات أعمار مختلفة ، استطاع الخبراء رسم انحراف أراضي الصيد في بريطانيا منذ كانت تقع جنوب خط الاستواء منذ ٤٠٠ مليون سنة .

على الرغم من أن حركة الألواح القارية حركة بطيئة جدا ، إلا أنها تتحرك بقوة هائلة ، بسبب كبلها الضخمة . وأوضح فجنر أن الحافة الأمامية من قارة التي تتحرك خلال قشرة البازلت ، مستبجج لأعلى مكونة سلاسل جبلية . وقد تكونت جبال الألب عندما اصطدمت أوروبا بأفريقيا ، وتكونت جبال الهيمالايا ، عندما اصطدمت آسيا بالهند .

ووضع فجنر فرضا آخر مهما يدعم نظرياته . فقد درس الرحلة الطويلة الهائلة التي يقوم بها سمك الانكليش الأوروبي من أجل التزاوج في البحر الكاريبي ، ورحلة العودة الطويلة المتساوية للميعة الأوروبية التي يقوم بها صغار أسماك الإنكليش .

والتفسير الوحيد الذى استطاع أن يجده فجر لهذه الرحلات ، هو أن أسماك الانكليل لديها غريزة موروثية يرجع تاريخها الى الزمن الذى كانت فيه أمريكا وأوروبا متجاورتان .

كانت القارات جميعا فى يوم ما كتلة يابسة واحدة ، تسمى البانجيا ، والتي بدأت فى الانقسام فى العصور الكربونية الأخيرة ( منذ حوالى مائتى مليون سنة ) . فأن بحر التيتان كان بحرا عميقا منمسا ، الذى يعتبر البحر المتوسط أحد آثاره الباقية ، قد امتد نحو الشرق - الغرب - وفى النهاية ، قسم « القارات العظمى » ليوراسيا وجوندوانا . وأوضاع القطبين ( الشمالى والجنوبى ) أدت الى ظروف مناخية مختلفة تماما فى مناطق معينة عن ظروفها المناخية الحالية . وعلى سبيل المثال ، فإن بريطانيا ، كانت فى يوم من الأيام تعيش حياة استوائية .

كما اكتشف الجيولوجيون الحقائق تلو الأخرى عن تاريخ الأرض ، وبات من الواضح أن الأرض التى نعيش عليها ليست صلبة تماما كما يبدو عليها بالفعل . فالأرض التى تحت أقدامنا هى فى حركة مستمرة ، وبدراسة هذه الحركة سوف نكون قادرين على استنباط ما يحمله المستقبل لكوكبنا الأرض .

وعلى سبيل المثال ، هناك الكثير من الأبحاث الجارية لدراسة الحركات الأرضية المحتملة لغالق سان أندريه فى

كاليفورنيا • قفى هذا القائق ، ينزلق اللوح القارى العظيم  
لأمرىكا الشمالية ، على لوح الباسيفىكى • لكنه لا ينزلق  
بسهولة ، فلا تزال هناك مقاومة هائلة مركبة ، وفجأة ،  
استسلم الصخر ، وحدث زلزال ، كالزلزال الذى ضرب  
سان فرانسيسكو فى عام ١٩٠٦ •

ومما لاشك فيه أن الاجهاد لا يزال يتعاظم مرة أخرى على  
طول فائق سان أندريه ، وهذا الاجهاد سوف يخف من خلال  
حركة أرضية حوالى بضعة أمتار فقط ، فى غضون مئات السنين  
القليلة القادمة •

لا يزال الانسان عديم الحيلة بالنسبة لحركة القارات •





## صخرا جرانيتيا عمره الفين مليون سنة

« توجد في الوادى الضيق العظيم (Grand Canyon) بولاية  
اريزونا بالولايات المتحدة ( الذى يبلغ طوله ٢٢٠ كم وعمقه  
١٦٦ كم ) ، احد العجائب الطبيعية ، والتي الى حد علمى ، لا يوجد  
مثيل لها على مستوى العالم » .

هكذا عقب الرئيس الأمريكى ، تيودور روزفلت  
( ١٨٥٨ - ١٩١٩ ) السياسى الأمريكى والرئيس السادس  
والعشرون للولايات المتحدة الأمريكية فى الفترة من ١٩٠١ الى  
١٩٠٩ ) ، بعد أن زار أرض العجائب عام ١٩٠٣ . وقد وجدت  
كلماته صدق لدى الملايين من شعبه منذ ذلك التاريخ .

فى موضوع من أين تبدأ الأنهار ؟ قرأت كيف يشق النهر  
طريقه فى مساره عبر الأرض ، وكيف يلى الصخور والترية فى  
ضجراه . فالوادى الضيق العظيم هو أحد الأمثلة الحية لهذا  
النوع من التعرية . فلا يوجد مكان آخر من العالم يسكن  
مشاهدة تأثير المياه الجارية على الأرض بهذه الصورة .

فالنهر الذى أحدث ذلك التغير هو نهر كلورادو ، الذى ظل على مدى ملايين السنين ، يقطع ويمزق طريقه خلال الريف ، الى أن شكل هو وروافده بمساعدة الرياح والصقيع ، عدد لا يحصى من الخواق تمتد لآلاف الكيلو مترات . ولعل أعظم هذه الوديان الضيقة أو الخواق ، هو الوادى الضيق العظيم .

هذا الوادى الضيق العظيم الذى يبلغ طوله ٣٥٠ كم ، ويتراوح عرضه ما بين ٦ الى ٣٠ كيلو مترا ، ويصله عمقه الى كيلو مترا ونصف . ويظهر النهر من حافته العليا ، وانه مجرد مجرى هزل ، مع أنه يزيد على تسعين مترا عرضا وتسعة أمتار عمقا ، ويندفع بسرعة هائلة ، ويتخطى الجلاميد والصخور مبخضا المياه الى شكل الزبد الأبيض .

عاش الهنود فترة طويلة في المنطقة ، بينما كان أول أوربيين يشاهدون الوادى الضيق ، كانوا فرقة من الجنود الأسبان تحت قيادة دون جراسيا لوبيه دى كارديناس . وكان ذلك في عام ١٥٤٠ . وبعد أن أدرك القائد أن منطقة الوادى عائقا يصعب اجتيازه ، ولما لم يكتشف أية آثار للذهب في المنطقة ، فقد واصل سيره الى مكان آخر ، ولاكثر من ثلاثة قرون ظلت هذه المنطقة المنيعه ، مجهولة بالفعل ولم يفكر أحد في استكشافها .

ولم يكن قبل ما يزيد على مائة سنة بقليل حتى تم إجراء

منح شامل للمنطقة ، حيث قاد الجيولوجى الأمريكى جون  
ويسلى بويل فريقا من الباحثين على ظهر قوارب تجديف .

وقد كتب : « تتحد كل هذه الوديان الضيقة لتكون واديا  
ضيقا واحدا ، يعتبر من أجمل المناظر الرائعة على وجه الأرض .

منذ ذلك التاريخ ، كان الوادى الضيق العظيم محط أنظار  
ملايين الناس . ويزوره فى الوقت الحالى ما يزيد على ثلاثة  
ملايين شخص كل عام . والبعض يأتى فى رحلات جماعية  
لمشاهدة الريف البرى بأشكاله العجيبة وجباله المنحوتة ،  
وبالبعض يقوم برحلة استكشافية للقاع على طول الممر الضيق  
الجميل - أما على ظهر البغال أو سيرا على الأقدام ، والبعض  
يأتى لتحدى قوة النهر فى قوارب طويلة ، والبعض يأتى ليفسوا  
سر عظمته المهيبة .

ويأتى هنا أيضا العلماء والطلبة من أجل مشاهدة جوانب  
الممر الضيق التى يبلغ ارتفاعها الكيلو متر ونصف ، وطبقات  
الصخر متعددة الألوان ، التى يتغير لونها مع ساعات النهار  
تبعا لدرجة سطوع الشمس ، وتكشف عن النمط الكامل  
لتغيرات الأرض فى فترة تغطى مئات الملايين من السنين .

ومن خلال فحص طبقات الصخر العديدة الظاهرة ،  
ودراسة بقايا حفريات نباتات ما قبل التاريخ ، والأسماك

والحيوانات الصغيرة ، يستطيع العلماء أن يكشفوا عن قصة القشرة الأرضية ، بثقة كاملة ، مثلما يكشف كاتب القصة البوليسية عن تفاصيل ذلك الذي قام بهذه القصة الغامضة .

ويستطيعون أن يروا كيف تشكلت الجبال العظيمة على مدى ملايين السنين من خلال حركات القشرة الأرضية ، أو الثوران البركاني ، وكيف بليت هذه الجبال ، وتحولت بفعل التعرية الى أرض منبسطة ، وكيف طفت البحار على السهول وغمرتها تماما - ان نمط الحركة والفيضان والتعرية ، يتكرر مرات عديدة .

ويتكون القاع السفلى الضيق من صخر الجرانيت ، الذي ربما يكون قد تكون منذ ٢٠٠٠ مليون سنة من صخر ساخن ساخن يشبه الحمم ، قذفت به البراكين . ثم تأتي بعد ذلك طبقات من الحجر الجيري والطفل الصفحي ، الذي تكون عندما رسبت البحار ترسيباتها على الأرض ، والحجر الرملي الذي يتكون من حبيبات الرمل المتكدسة والمنضغطة .

وبنفس الطريقة ، فكما تدلنا حلقات الشجرة المقطوعة على قصة حياتها ، فنفس الشيء ينطبق على طبقات صخور الوادي الضيق التي تحكي لنا قصة أريزونا . فكل شيء موجود هناك لكي تراه العين الخيرة ، خريطة تسجل التاريخ بكل وضوح مثل المدرس الذي يرسم خريطة على سبورة .

## هل يمكن للمياه أن تصنع صخوراً جميلة ؟

لا يوجد شيء يغيف أكثر من قطرة تساقط بانتظام ، قطرة ماء في ظلمة جوف الأرض • وعمق بعيد تحت الأرض ، تصنع هذه القطرات المنتظمة ، اشكالا رائعة من الإحجار ، التي اذا عهد بها للفنان ، فلقد يحتاج تشكيلها مئات السنين •

تتكون الكهوف الموجودة تحت الأرض عادة من الصخور - الحجر الجيري على وجه الخصوص - الذي يتحلل في الماء • ومن الواضح أن هذه الصخور لا تتحلل بسرعة ، لكنه بعض السنين ، تستطيع الفراغات الكبيرة تحت الأرض أن تشكل اذا وجد هناك ماء جار - وخصوصا اذا احتوى ذلك الماء على ثاني أكسيد الكربون المذيب ، الذي يجعل منه حامضاً خفيفاً • تتشأ الهوابط والصواعد (Stalactites & Stalagnites) وتكوينات الكهوف الأخرى ، عندما يدخل الماء المتقطر أو السائل كهفاً كبيراً ثم

انشأؤه من فترة بعيدة من خلال جداول المياه المتدفقة  
تحت الأرض بقوة .

يكون نر الماء الذى يأتى من الشروخ الصغيرة الموجودة  
يسقف الكهف ، مشبعا بالحجر الجيرى المتحلل . بينما داخل  
كهفا كبيرا ، فقد تبخر بعض المياه ، أو يتصاعد بعض من ثانى  
أكسيد الكربون الموجود بالماء الى الهواء . وفى أى من  
الحالات ، يمكن أن يحمل الماء الآن قليلا من الحجر الجيرى  
المذاب ، الذى يترسب لهذا السبب - وغالبا ما يشكل  
منشآت صخرية فى غاية الروعة .

وتوضح الرسومات كيف نشأت تكوينات نوعى الكهف  
المشهورين الهوابط ( التى تنمو لأسفل من سقف الكهف )  
والصواعد ( التى تنمو لأعلى من أرضية الكهف ) . فعندما  
ترسب كل قطرة ماء قليلا من الحجر الجيرى قبل أن تنزل الى  
قاع الكهف ، يتمدد ، و يترسب المزيد من الحجر الجيرى . وعلى  
ذلك ، تنمو الأصابع الشبيهة بالكتل الجليدية المدلاة ، لأسفل  
من سقف الكهف ، ولأعلى من أرضية الكهف .

ويبلغ سمك أبسط أنواع الهوابط ، ستة مليمترات - وهو  
سمك قطرة الماء . ولها قناة مركزية ضيقة ينساب منها الماء .

ولكن مع نمو الهوابط ، يجرى الماء عادة لأسفل محولا  
الهابط مخروط مستطيل •

ولا يوجد للصواعد ، التي تتكون من قطرات الماء  
الموجودة في سقف الكهف قلب مركزي ، وعادة ما تكون أكثر  
سمكا من الهوابط • وعلى مدى العديد من السنين ، قد يلتقي  
الصاعد بالهابط في الوسط ليكوّنا معا عمودا من الصخر •





## ما هو الشهاب ؟

في كل يوم من حياتنا ، يخترق الغلاف الجوي للأرض حوالي ٨٠٠٠ مليون شهاب ، وتحتجزه جاذبية كوكبنا ، وهو مندفع نحونا بسرعة تصل ٤٠ كم في الثانية . ولحسن حظنا ، القليل جدا منها الذي يصل الأرض ، بسبب وجود طبقة واقية من الغلاف الجوي . وكل هؤلاء الزوار قريبا من الفضاء ، يتبخرون على ارتفاع ٨٠ كم فوق رؤوسنا .

ما الشهاب ؟ القول المختصر ، انه أى قطعة من مادة صلبة ، ليست من الفضاء حتى نسميها كويكب ( وهو الكوكب الصغير من الدورات حول الشمس ، معظمها بين مدارى المريخ والمشتري ) . فالكهيب لا تأتي من الفضاء الخارجي ، فهي جزء من نظامنا الشمسي ، وتدور في مدارات أهليجية منتظمة حول الشمس .

قد نعتقد أن الفضاء ، فراغ موجود خارج الغلاف الجوي للأرض ، ولكنه ليس كذلك تماما . فقد أظهرت حسابات

الفلكيين ، أنه يوجد في « فراغ » الفضاء حوالي ١٠٠٠ جسيم في كل كيلو متر مكعب منه . معظم هذه الجسيمات صغيرة جدا - يتراوح مقطعها ، بدءا من ١٠٠/١٠٠٠ جزء من المليمتر الى واحد مليمتر .

لكن حتى ذلك الجزء الذي يبلغ قطره مليمتر واحد ، والذي يمكن أن يحدث ذلك الاندفاع المفاجيء للضوء في سماء الليل ، نطلق عليه النيزك ( الشهاب ) ، عندما يدخل فجأة في غلافنا الجوي ، ويصبح ساخن أبيض عند احتكاكه بالهواء والجسيمات يمثل هذا الحجم تحترق في السماء قبل أن تصل الأرض . وهناك شهب أكبر - بعضها يصل قطره بضخ من سنتيمتر ، وتعتبر أنصع من أنصع النجوم عندما تومض نحونا ، ولا تزال هناك شهب أكبر ، وبعض من هذه الشهب الكبيرة ، أو أجزاء منها تصل الأرض مثل الرجم أو الحجر النيزكي .

لقد قدر أن حوالي ٤٠٠ طن من المواد النيزكية تهبط على سطح الأرض كل يوم ، خصوصا الجسيمات الدقيقة التي لا يمكن للعين المجردة أن تلاحظها .

وتعتبر الرجم الكبيرة قادرة تماما . فقد أحضر المستكشف القطبي روبرت ميرى معه من جرينلاند ، رجما وزن ٣٦ طنا ،

في حين أن العينة الكاملة الكبرى ، اكتشفت بالقرب من هوبا  
في دولة ناميبيا ( جنوب غرب أفريقيا ) • وكان هذا الرجم  
يزن ستون طنا •

لكننا نعرف أن الكثير من الرجم اصطدمت بالأرض في  
الماضي • فمئذ حوالي ٢٠٠٠٠ سنة ، غاصت في صحراء أريزونا  
قطعة ضخمة من المعدن ، يصل قطرها عشرون مترا ، وكانت  
تكون من الحديد والنيكل • هذا الرجم العملاق ، ربما كان  
يصل وزنه حوالي المليون طن عندما كان يشق طريقه نحو الأرض  
حتى ترك حفرة عمقها مائتي متر وقطرها ألف ومائتي مترا •  
وقدر العلماء أن ائجار هذا الرجم عند اصطدامه قد حرك  
حوالي ٣٠٠ مليون طن من الصخر من مكانها •

ان تكرار سقوط مثل هذه الرجم قليل وتحدث على  
فترات متباعدة ، لكن هذا القرن شهد سقوط رجمان كبيران  
نسيا • ومن الغرب أنهما سقطا في منطقة قاحلة غير آهلة  
بالسكان في سيبيريا • أحدهما وقع في عام ١٩٤٧ ، بينما  
سقط الآخر قبله بحوالي ٤٠ سنة ، ولا يزال ليس له تفسير  
حقيقي •

وفي ٣٠ يناير عام ١٩٠٨ ، حدث ائجار ضخم في خرابة  
موحشة بالقرب من نهر تانجسكا ( أحد روافد نهر ينسي في

وسط روسيا الآسيوية ) . وقد شوهت كرة من اللهب ،  
وتطايرت النوافذ على بعد ١٥٠ كم ، وصاحبها ضوضاء مزعجة  
أشبه بالرعد . وقد سجل ضغط الانفجار في مقياس الضغط  
بانجلترا .

### اكتشاف غريب :

وتيجة لتعذر الوصول الى المنطقة ، تطلب تجهيز بعثة  
علمية سنوات عدة ، وبدا أن رجما ضخما هو التفسير الأكثر  
احتمالا . لكن العلماء عندما وصلوا في النهاية الى الموقع ،  
وجدوا منظرا غير عاديا : غابة ، يبلغ عرضها كيلو مترا ونصف ،  
ويزيد طولها على ثلاثين كيلو مترا ، مسطحة تماما ، وحرارة  
شديدة أحرقت المنطقة جميعا .

إذا كان السحب في الحرق هو رجم ، حيثئذ فقد كان رجما  
عملاقا ( يزيد على ٥٠٠٠٠ طن ) ، الذي اقترب من الفسلاف  
الجوى للأرض بزاوية منخفضة . ومع ذلك ، لم يوجد أثرا  
لحفرة ، ولم توجد شظايا شهاب واضحة .

وقد يكون التفسير المحتمل ، هو أن الرجم انفجر فوق  
الأرض ، وتبخر أثناء انفجاره . لكن مستويات النشاط الاشعاعي  
في المنطقة كانت عالية ، والنباتات المتغيرة في المنطقة القريبة ،  
قد أوجت بخار ذرى متساقط . ويحتمل أن تكون نواة مذنب ،

هى التى أحدثت هذا الانفجار المفاجيء العنيف ، وإذا كان قد حدث هذا فى منطقة مكتظة بالمباني مثل موسكو ، فقد كان الدمار وضرية الموت ، بتصبحان أكبر من الدمار الذى يحدثه انفجار قنبلة هيدروجينية .

ويمكن فى أى ليلة صافية مشاهدة شهاب يومض بين حين وآخر عبر السماء . بينما يوجد أحيانا وابل من الشهب ، يعتقد العلماء أنها تأتي من الحطام الموجود فى أذبال المذنبات . ويدور هذا الوابل أيضا فى مدارات أهليجية حول الشمس . وعندما يدخل مثل هذا الوابل الغلاف الجوى للأرض ، تبدو سماء الليل وكأنها متلثة بالشرر المتساقط .

وعلى سبيل المثال ، فى عام ١٩٦٦ ، أحدث ما يسمى بالوابل الأسدى ، ٢٠٠٠ شهابا مثيرا فى دقيقة واحدة . ( وقد سى الوابل بهذا الاسم ، لأنه يبدو أن الشهب تأتي من منطقة كوكبة الأسد ، ويظهر أن حدوثها يتكرر مرة كل ٣٣ سنة ) . إن أهم الوابلات الشهبية المعروفة فى شمال الكرة الأرضية ، تسمى *perseids* . ويحدث هذا الوابل بين العاشر والثالث عشر من أغسطس كل عام ، وتأتى شهبه بن مهابت متوازية من جهة كوكبة الجبار .

وعلى الرغم من أنه يوجد ملايين من الشهب التى تنطلق نحو غلافنا الجوى ، فمن المستبعد تماما أن يصطدم الإنسان

بواحد منها في يوم من الأيام ، ففي حقيقة الأمر ، لا توجد حالة موثوق من صحتها تقول بأن شخصا قد قتله شهاب . في عام ١٩٥٥ : في مدينة سيلاكواجا بولاية أريزونا بالولايات المتحدة ، اصطدمت سيدة أثناء نومها بنفخة غير مباشرة من شهاب ، نفذ خلال بيتها من أحد النوافذ المفتوحة . وكانت هذه هي « النجاة بأعجوبة » الموثقة .

هناك ثلاثة أنواع من الرجم : النوع الأول المصنوع كلية من الحجر - سيليكات تقريبا ، النوع المصنوع من المعدن - سبيكة من الحديد والنيكل تقريبا ، ومعادن أخرى ، وذلك النوع الذي يتكون من خليطا من النوعين الأولين . وتتكون معظم الشهب من النوع الحجري ، والقليل جدا منها من الحجر والحديد .

تعتبر الرجم ذات قيمة كبيرة بالنسبة للعلم ، لأنها الأجسام الوحيدة التي تأتي إلينا من خارج الأرض . وتعتبر ذات قيمة مهمة إذا ما اكتشفت وحلت قبل أن تلوّث بالمواد الموجودة بشكل طبيعي على سطح الأرض . وقد يرجع تاريخ هذه الشهب الزائرة من الفضاء إلى زمن تكون النظام الشمسي نفسه . وعلى ذلك فهي تقدم لرجال الفلك مزيدا من المعلومات عن عمر الشمس وكواكبها التي تدور حولها ، وأبضا عن التركيب الكيميائي للكون نفسه .

وعلى الرغم من أنه من غير المحتمل أن تشاهد سقوط رجم،  
الا أنه من المؤكد يمكنك أن ترى العديد من « التيازك » ، إذا  
راقبت سماء الليل في الأوقات المناسبة • ولكن إذا أمكن ، فمن  
المفيد زيارة أحد المتاحف ومشاهدة بعض من هذه « الأحجار  
المتساقطة من السماء » •





## الفهرس

### الصفحة

٧	... ..	مقدمة
٩	... ..	ما هو البركان
١٧	... ..	جبال الجليد تحت الماء
٢٣	... ..	اسباب حدوث الزلازل
٣٥	... ..	من أين تبدأ رحلة الأنهار
٤٣	... ..	أعلى درجات الحرارة °° في العالم
٥١	... ..	المناطق الصحراوية في العالم
٥٥	... ..	الأمواج وشكل الشواطئ
٥٩	... ..	الفرق بين الطقس والمناخ
٧٩	... ..	متى يتخلف الغلاف الجوى ؟
٨٩	... ..	أى أنواع السحب التى يمكنها أن تحدث إعصارا ؟
٩٩	... ..	ما هى الرياح التجارية ؟
١٠٧	... ..	لماذا يحدث كسوف الشمس °° وخسوف القمر ؟

## الصفحة

١١٣	... .. لماذا يعلو ويهبط البحر ؟
١٢١	... .. هل تغير الرياح شكل الصخور ؟
١٢٩	... .. أين اكتشفت معظم الحفريات
١٣٧	... .. كم يبلغ عمر الأرض ؟
١٤٧	... .. متى تكونت القارات
١٥٣	... .. سخرا جرانيتيا عمره الفين مليون سنة
١٥٧	... .. هل يمكن للنباه أن تصنع صخورا جميلة ؟
١٦١	... .. ما هو الشهاب ؟

## صدر من هذه السلسلة :

- ١ - الكمبيوتر تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
- ٢ - النشرة الجوية تأليف د. محمد جمال الدين الفندي
- ٣ - القمامة تأليف د. مختار الحلوجي
- ٤ - الطاقة الشمسية تأليف د. ابراهيم صقر
- ٥ - العلم والتكنولوجيا تأليف د. محمد كامل محمود
- ٦ - لعنة التلوث تأليف م. سعد شعبان
- ٧ - العلاج بالنباتات الطبية تأليف د. جميلة واصل
- ٨ - الكيمياء والطاقة البديلة تأليف د. محمد نبهان بسويلم
- ٩ - النهر تأليف د. محمد فتحي عوض الله
- ١٠ - من الكمبيوتر الى السوبر كمبيوتر تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
- ١١ - قصة الفلك والتنجم تأليف د. محمد جمال الدين الفندي
- ١٢ - تكنولوجيا الليزر تأليف د. عصام الدين خليل حسن
- ١٣ - الهرمون تأليف د. ميناوت حليم دوس
- ١٤ - عودة مكوك الفضاء تأليف م. سعد شعبان
- ١٥ - معالم الطريق تأليف م. سعد الدين الحنفي ابراهيم
- ١٦ - قصص من الخيال العلمي تأليف د. رؤوف وصفي
- ١٧ - برامج للكمبيوتر بلغة البيزيك تأليف د. عبد اللطيف أبو السعود
- ١٨ - الرمال البيضاء وسوداء وموسيقية تأليف د. محمد فتحي عوض الله
- ١٩ - القوارب للهواة تأليف شفيق متری
- ٢٠ - الثقافة العلمية للجماهير تأليف جرجس حلمي عازر
- ٢١ - اشعة الليزر والحياة تأليف د. محمد زكي عويس

- ٢٢ - القطاع الخاص وزيادة  
الانتاج في المرحلة القادمة
- ٢٣ - تاريخ الكوكب الأحمر
- ٢٤ - قصة الأوزون
- ٢٥ - قصص من الخيال العلمي  
ج ٢
- ٢٦ - السيرة
- ٢٧ - قصة الرياضة
- ٢٨ - الملوثات العضوية
- ٢٩ - ألوان من الطالبة
- ٣٠ - صور من الكون
- ٣١ - الحاسب الإلكتروني
- ٣٢ - النيل
- ٣٣ - الحرب الكيميائية ج ١
- ٣٤ - الحرب الكيميائية ج ٢
- ٣٥ - البصر والبصيرة
- ٣٦ - السلامة في تداول  
الكيمائيات
- ٣٧ - التلوث الهوائي والبيئة  
ج ١
- ٣٨ - التلوث الهوائي والبيئة  
ج ٢
- ٣٩ - التلوث المائي ج ١
- ٤٠ - التلوث المائي ج ٢
- تأليف د. سعد الدين الحنفي
- تأليف د. منير أحمد محمود حملي
- تأليف د. زين العابدين متولي
- تأليف رؤوف وصفي
- تأليف د.م ابراهيم علي الميسوي
- تأليف علي يركيه
- تأليف محمد كامل محمود
- تأليف عبد اللطيف ابو السمود
- تأليف زين العابدين متولي
- تأليف محمد نيهان مسويلم
- تأليف محمد جمال الدين الفندي
- تأليف دكتور أحمد ملحت اسلام  
د. عبد الفتاح محسن بدوي  
د. محمد عبد الرازق الزرقا
- تأليف دكتور أحمد ملحت اسلام  
د. عبد الفتاح محسن بدوي  
د. محمد عبد الرازق الزرقا
- تأليف طلعت حلمي عازر
- تأليف د. سمير رجب بيلم
- د. طلعت الأعرج
- د. طلعت الأعرج
- د. طلعت الأعرج
- د. طلعت الأعرج

- ٤١ - نعيش لنأكل أم نأكل لنعيش  
٤٢ - أنت والدواء ط ١ .  
١٩٩٤ ، ط ٢ ، ١٩٩٧  
٤٣ - العلاقة على الكون  
٤٤ - من العطاء العلمي للإسلام  
٤٥ - مسائل بيئية  
٤٦ - البث الإذاعي والتليفزيوني  
للباشر ج ١  
٤٧ - البث الإذاعي والتليفزيوني  
للباشر ج ٢  
٤٨ - صفحات مضيئة من تاريخ  
مصر ج ١  
٤٩ - صفحات مضيئة من تاريخ  
مصر ج ٢  
٥٠ - جيولوجيا للحاجر  
٥١ - الاستعمار عن بعد ج ١  
٥٢ - الاستعمار عن بعد ج ٢  
٥٣ - الردع النووي الإسرائيلي  
٥٤ - البترول والحضارة  
٥٥ - حضارات أخرى في الكون  
٥٦ - دليلك إلى التفوق في  
الثانوية  
٥٧ - التلوث مشكلة اليوم والغد  
٥٨ - انهيار اللبناني ط ١  
١٩٩٥ ، ط ٢ ، ١٩٩٧  
٥٩ - الوقت والتوقيت ج ١  
٦٠ - الوقت والتوقيت ج ٢
- د. محمد ممتاز البجندي  
صيدلي / أحمد محمد عوف  
د. زين العابدين متولي  
د. محمد جمال الدين الفندي  
تأليف رجب سعد السيد  
جلال عبد الفتاح  
جلال عبد الفتاح  
تأليف محمود الجزار  
تأليف محمود الجزار  
جيولوجي / نور الدين زكي محمد  
د. سراج الدين محمد  
د. سراج الدين محمد  
د. مدوح حامد عطية  
د. توفيق محمد قاسم  
جلال عبد الفتاح  
سامية فخرى  
د. توفيق محمد قاسم  
م. جرجس حلمي عازر  
عبد السميع سالم الهواري  
عبد السميع سالم الهواري

- ٦١ - الجيولوجيا والكائنات الحية د. دوات عبد الرحيم
- ٦٢ - أسلحة الدمار الشامل ج ١ د. جمال الدين محمد موسى
- ٦٣ - أسلحة الدمار الشامل ج ٢ د. جمال الدين محمد موسى
- ٦٤ - النقل الجوي في مصر ج ١ د. سراج الدين محمد
- ٦٥ - النقل الجوي في مصر ج ٢ د. سراج الدين محمد
- ٦٦ - قراءة في مستقبل العالم تأليف : كلايف رايش
- ٦٧ - غدا القرن ٢١ ٢٠٠٠ ط ١٩٩٥، ط ١٩٩٧
- ٦٨ - الشتاء النووي ج ١ د. جمال الدين محمد موسى
- ٦٩ - الشتاء النووي ج ٢ د. جمال الدين محمد موسى
- ٧٠ - تاريخ الفلك عند العرب د. محمد امام ابراهيم
- ٧١ - رحلة في الكون والحياة ج ١ صيدلي/ احمد محمد عوف
- ٧٢ - رحلة في الكون والحياة ج ٢ صيدلي/ احمد محمد عوف
- ٧٣ - الصحة المهنية ج ١ د. سمير رجب سليم
- ٧٤ - الصحة المهنية ج ٢ د. سمير رجب سليم
- ٧٥ - عالم الحشيش ج ١ د. جمال الدين محمد موسى
- ٧٦ - عالم الحشيش ج ٢ د. جمال الدين محمد موسى
- ٧٧ - اهم الاحداث والاكتشافات العلمية لعام ١٩٩٥ م محمد فتحى
- ٧٨ - النقل الجوي وتلوث البيئة في مدينة القاهرة ج ١ د. سراج الدين محمد

- ٧٩ - النقل الجوي وتلوث البيئة  
في مدينة القاهرة ج ٢ .
- ٨٠ - رحلات علمية معاصرة
- ٨١ - الكمبيوتر خيرا ومفكرا
- ٨٢ - العلماء ثائرون
- ٨٣ - الحرب النووية القادمة
- ٨٤ - العلم ومستقبل الانسان
- ٨٥ - الثورة الخضراء ٠٠  
أمل مصر
- ٨٦ - عالم الافلاك
- ٨٧ - صناع الحضارة العلمية  
في الاسلام ج ١
- ٨٨ - صناع الحضارة العلمية  
في الاسلام ج ٢
- ٨٩ - عبقرية الحضارة المصرية  
القديمة
- ٩٠ - الفلك عند العرب  
والسلمين ج ١
- ٩١ - الفلك عند العرب  
والسلمين ج ٢
- ٩٢ - اهم الاحداث والاكتشافات  
العلمية لعام ١٩٩٦
- ٩٣ - اسرار علم الجينات
- ٩٤ - الانترنت
- ٩٥ - موسوعة الاعشاب الطبية
- د . سراج الدين محمد
- صيدلى / احمد محمد عوف  
محمد فتحي
- د . جمال الدين محمد موسى
- د . جمال الدين محمد موسى
- د . جمال الدين محمد موسى
- م . جرجس حلمي عازر
- د . امام ابراهيم احمد
- د . احمد محمد عوف
- د . احمد محمد عوف
- د . زين العابدين متولى
- د . زين العابدين متولى
- محمد فتحي
- م . طبى عبد الباسط الجمل
- د . عبد اللطيف ابو السعود
- صيدلى / احمد محمد عوف

- ٩٦ - البلاستيك وتأثيراته  
البيئية والصحية  
د. أحمد مجدى حسين مطاوع  
٩٧ - أسرار الأرض  
ترجمة : هاشم أحمد محمد

العدد القادم :

- ٩٨ - القلب البديل ( الغرافة  
والأسطورة )  
محمد فتحي

رقم الايداع ١٠٦٠٥ / ١٩٩٧

الترقيم الدولى 5 — 5455 — 01 — LS.B.N. 977

مطابع الهيئة المصرية العامة للكتاب  
فروع المطبعة





وهذا الكتاب «أسرار الأرض»، هو الجزء الأول لموسوعة  
وأجوبة من كنوز المعرفة، التي أتشرف بتقديمها تباعاً،  
ويتضمن هذا الكتاب التعرف على البراكين والزلازل وأسباب  
حدوثها، والأنهار من أين تبدأ وإلى أين تصب مياهها، كما  
سنتعرف على أعنى درجات الحرارة في العالم، إلى الرياح  
التجارية ونطقس المناخ، وعمر الأرض ونشوء القارات، إلى  
غيرها من الموضوعات الشيقة.